

칼로리 소비량과 유산소운동의 면역반응

Immune Response of Aerobic Exercise and Expenditures Calorie

오상덕, 조중연
한양대학교

Oh sang-duk, Cho jung-yeon
Hanyang Univ.

요약

본 연구는 VO₂max 70%의 고강도 유산소운동을 통해 각각 300kcal와 600kcal를 소비하는 시점에서 유발되는 면역세포 반응을 분석함으로써 운동량에 따라 어떠한 상이한 영향을 미치고, 인체 면역세포의 긍정적 변화와 면역력 강화를 위한 적정 칼로리 소비량을 구명하고자 남자 대학생 8명을 대상으로 면역반응 T cell(CD3), B cell(CD19), NK cell(CD16+CD56)을 SPSS Ver. 18.0 프로그램을 이용, one-way ANOVA, 사후검정은 Turkey HSD를 통해 분석한 결과, T cell(CD3)에서 운동전보다 운동량이 많아질수록 감소하였으며, 600kcal를 소비하였을 때, 5% 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. B cell(CD19)에서는 운동 전보다 운동량이 많을수록 감소하였으며, 유의한 차이는 보이지 않았다. NK cell(CD16+CD56)에서 운동 전보다 운동량이 많을수록 증가하였으며, 특히 600kcal를 소비하였을 때, 5% 수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

I. 서론

작년 한 해 신종 인플루엔자 A(novel swine-origin influenza A(H1N1))는 A형 인플루엔자 바이러스가 변이를 일으켜 생긴 새로운 바이러스로, 2009년 전 세계적으로 사람에게 감염을 일으켰던 호흡기 질환이 대유행이었다. 2009년 7월까지 멕시코, 미국, 캐나다 및 유럽, 아시아 지역에서 산발적으로 감염자가 확인되었으며, 13만 명 이상의 감염자 및 800명 이상의 사망자가 100개 이상의 국가에서 확인되었다. 이러한 변이성 바이러스에 우리는 백신에 기댈 수밖에 없었던 현실에서 최근 학자들은 인류가 가진 최후의 백신은 면역이라 논하고 있다. 백신은 인공적 면역력을 키우고 하나의 침입자, 하나의 질병만을 상대하는 반면, 면역체계는 수백 만개의 다른 질병들을 상대하기 때문에 위험군이든 아니든 면역력을 기르는 것이 가장 확실한 대책이라고 볼 수 있다. 이러한 면역반응에는 여러 가지 외인성 요인들이 영향을 주게 되는데, 그 중 질병과 약물, 흡연, 심리적인 스트레스 및 연령 등이 중요한 영향을 미친

다. 운동 활동 역시 면역반응에 중요한 영향을 미치는 것으로 밝혀져 오면서, 이러한 사실과 더불어, 운동 시 면역반응에 대한 관심이 더욱 커지기 시작했다.

건강 측면에서 적당한 운동은 대사물질, 면역계, 내분비계의 긍정적인 반응을 야기하지만, 일각에서 건강 증진을 위한 운동의 효과에 관하여 다소간의 의문을 제기하고 있다. 특히, 과도한 운동은 오히려 부정적 결과를 초래하여 감염과 발병의 가능성을 증가시킬 수 있음이 지적되고 있다[1], [2].

실제로, 장시간 심한 운동 후 몇 시간동안 관찰되었던 일시적인 면역억제 변화를 근거로[3] 불완전한 면역회복상태로 격렬한 운동을 반복적으로 실시하면 운동선수의 감염 위험성이 높아진다[4]는 “Open Window” 이론을 제시하기도 하였다. 또한, ACSM의 운동지침에 따라 운동이 처방되었을 때 신체적으로 활동적인 사람들이 비활동적인 사람들보다 더 낮은 감염률을 보고한 바 있다[5].

따라서 본 연구는 고강도 유산소운동을 실시할 때, 각각 300kcal, 600kcal를 소비하는 시점에서 유발되는

면역세포의 변화를 분석함으로써 건강 증진과 운동이 효과를 극대화할 수 있는 칼로리 소비량을 제시하고, 면역세포에 어떤 상이한 영향을 미치는지를 밝힘으로써 인체 면역세포의 긍정적 변화와 면역력 강화를 위한 적정운동방법을 구명하는데 있다.

II. 연구방법

본 연구는 건강하고 의학적으로 특별한 질환이 없는 S시 소재 H대학교 남학생 8명이었으며, 운동 강도는 사전검사의 $\dot{V}O_2\max$ 를 토대로 $\dot{V}O_2\max$ 70%로 설정하였고, METs값을 적용하여 ACSM의 metabolic equation에 대입, 300kcal와 600kcal에 해당하는 각 개인의 운동시간을 산출하였으며, 해당 칼로리 소비되는 시점까지 실험을 실시하였다. 실험 중 산소섭취량 (ml/min/kg)이 ± 3.0 (ml/min/kg)의 범위를 설정하여 피험자가 운동 중 이 범위를 벗어나면 속도만 조정하여 운동 강도가 유지되도록 하였다.

혈액 분석은 운동 전·중(300kcal)·직후(600kcal)에 전완주정맥에서 1회에 약 15ml씩 채취하여 vacutainer tube에 담았고, 채혈 직후 원심 분리하여, 얼음으로 채워진 용기에 보관·운반하여 각 키트별 T cell(CD3), B cell(CD19), NK cell(CD16+CD56)로 flow cytometry를 통해 즉시 분석, 백분율(%)로 표시하였다.

자료처리는 SPSS Ver. 18.0 프로그램을 이용, 평균(M)과 표준편차(MD)를 산출하였으며, 각 측정변인간의 차이 검증을 위해 one-way ANOVA를 이용, 사후검증은 Turkey HSD(honestly significant difference) 방법을 사용하였다. 모든 통계치의 유의수준은 $\alpha = .05$ 수준으로 설정하였다.

III. 연구결과

$\dot{V}O_2\max$ 50%의 유산소운동을 통한 각 면역세포들의 반응은 <표 1>, <표 2>, <표 3>과 같다.

표 1. T cell(CD3)의 one-way ANOVA 결과 (unit: %)

Exercise Intensity	Expenditures Calorie			F	post-hoc
	pre	300kcal	600kcal		
VO2max 70%	68.59±8.21	60.04±8.64	58.19±8.63	4.234*	A<C

Note) N=8, Values are expressed as Means±SD
Significant at *p<.05 A: pre B: 300kcal C:600kcal

표 2. B cell(CD19)의 one-way ANOVA 결과 (unit: %)

Exercise Intensity	Expenditures Calorie			F	post-hoc
	pre	300kcal	600kcal		
VO2max 70%	9.70±3.14	8.45±3.22	7.04±2.65	1.561	

Note) N=8, Values are expressed as Means±SD

표 3. NK cell(CD16+56)의 one-way ANOVA 결과 (unit: %)

Exercise Intensity	Expenditures Calorie			F	post-hoc
	pre	300kcal	600kcal		
VO2max 70%	15.84±6.84	26.45±14.32	30.85±12.89	3.491*	A<C

Note) N=8, Values are expressed as Means±SD
Significant at *p<.05 A: pre B: 300kcal C:600kcal

IV. 논의 및 결론

T cell은 전체 림프구의 60~75%를 차지하고, 두 가지 특징적인 아형이 있다. 표면 항원 CD4 분자를 가지는 보조 T cell(helper T cell)은 다른 면역세포들의 기능을 활성화하는 역할을 하며, CD8 분자를 가지는 독성 T cell(cytotoxic T cell) 혹은 억제 T cell(suppressor T cell)은 바이러스에 감염된 세포와 종양 세포들을 인지하여 죽이거나 더 이상의 감염을 제어하는 역할을 한다. 본 연구결과에서 T cell은 전체적으로 감소한 추이를 보였으며, 사후검증 결과 운동전, 300kcal 보다 600kcal(p<.05)에서 유의하게 감소하였다. T cell이 감소를 보인 것은 운동 후 면역 억제의 가능성을 제기할 수 있으며, 에너지소비량이 클수록 면역성이 떨어지고, 이에 따른 면역 억제 유발 및 방지할 수 있는 운동 강도가 존재함을 시사한다.

B cell은 림프구의 5~15%를 차지하며, CD19라는 항원분자를 표면에 가지고 있다. helper T cell의 자극을 받아 활성화되어 혈장세포로 분화되어 항체를 생성한다. 본 연구결과에서 전체적으로 감소한 추이를 보이지

만 유의한 차이가 없었다. B cell이 감소를 보인 것은 앞서 T cell에서 언급했듯이, 운동 후 면역 억제의 가능성을 제기할 수 있으며, 에너지소비가 클수록 면역성이 떨어지지만, 감소 비율의 폭이 크지 않기 때문에 사료된다.

NK cell은 림프구의 약 10~20%를 차지하며, 세포 표면에 CD16과 CD56 분자를 가지고 있다. NK cell은 특정 종양 세포와 바이러스 감염 세포들을 인지하여 죽이는 역할을 하는데, 자연 면역에서 중요한 역할을 가지며, 일부 종양 성장과 바이러스성 감염에 대한 첫 번째 방어 기능을 수행한다. 또한 NK cell은 cytotoxic T cell에 의해 방출되는 것과 비슷한 독성 물질을 방출하여 목표 세포를 죽이고 T cell 자극에 반응하여 일부 사이토카인을 분비하기도 한다. 본 연구결과에서 NK cell은 전체적으로 감소한 추이를 보였으며, 사후검증 결과 운동전, 300kcal 보다 600kcal($p < .05$)에서 유의하게 증가하였다.

이상의 결과들에 따라 일반인의 경우 적정 운동 강도와 에너지소비를 설정하기 위해서는 고강도의 유산소 운동 시 개인별로 산출된 운동시간을 30분 내외로 제한해야 할 것으로 사료된다.

물론, 각각의 면역세포 증감이 여러 환경적 요인과 연구대상의 차이에 제한을 받을 수 있지만 이를 일반화하기 위해 향후 연구에서 면역기능의 기전을 명확히 규명하기 위해 분자생물학적 분석기법의 도입과 함께 좀 더 다양한 운동 강도 및 운동량의 설정을 통해 운동 방법론적 연구 및 다각적으로 접근 가능한 중장기적인 연구와 건강분야의 임상적 지식을 넓힐 필요가 있다고 사료된다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 유산소운동에 따른 T cell의 변화는 에너지소비가 클수록 즉, 안정 시 보다 600kcal에서 더 낮게 나타나 유의한 차이를 보였다.

둘째, 유산소운동에 따른 B cell의 변화는 에너지소비가 클수록 점차적으로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

셋째, 유산소운동에 따른 NK cell의 변화는 에너지소비가 클수록 즉, 안정 시 보다 600kcal에서 더 높게 나타나 유의한 차이를 보였다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Berk, L. S., D. C. Nieman, & W. S. Youngberg(1990). The effect of long endurance running on nature killer cells in marathoners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22:207-212
- [2] Woods, J. A., & J. M. Davis(1994). Exercise, monocyte/macrophage function and cancer. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26:147-157
- [3] Gleeson, M, McDonald, W. A., Cripps, A. W., Pyne, D. B., Clancy, R. L., & Fricker, P. A(1995). The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clinical and experimental immunology*, 102, 210-216
- [4] Pedersen, B. K., Kappel, M., Klokke, M., Nielsen, H. B., & Secher, N.H(1994). The immune system during exposure to extreme physiologic conditions. *International journal of sports medicine*. 15:S116-121
- [5] Nieman, D. C., D. A. Henson, & G. Gusewitch (1993). Physical activity and immune function in elderly women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:823-831