

운동 강도별 동일 회복이 혈중 Cortisol과 Catecholamine 호르몬 변화에 미치는 영향

신 원¹, 최원호^{2*}

¹인천대학교 운동건강과학부, ²가천대학교 물리치료학과

Effect of the same recovery with individual exercise intensity on the variation of Cortisol and Catecholamine in their blood

Won Shin¹ and Won-Ho Choi^{2*}

¹Exercise Health Department, Incheon University

²Dept. of Physical Therapy, Gachon University

요 약 본 논문은 개인별 VO₂max에 대한 운동 강도 VO₂max의 20%, 40%, 60% 운동 후 동일 휴식(30분)이 혈중 스트레스 호르몬인 코티솔과 카테콜라민의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 규명 하고자 하였다. 피험자 10명을 선발하여 사전 실험인 예비테스트와 본 실험으로 나누어 실험에 임하였다. 가스분석기로 얻은 VO₂max를 자료로 사용하여 각각의 개인별 VO₂max에 대한 운동 강도를 구하여 실험에 임하였다. 본 실험은 반복측정으로 3개 조로 구분하여 실험하였으며 채혈은 운동전, 운동 직후, 휴식 30분 후에 채혈 하였다. 1회 실험마다 개인당 총 3회 채혈하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 운동 강도별 코티솔 혈중 농도는 VO₂max 20%, 40%의 두 운동집단에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 운동 강도 VO₂max 60%에서는 유의 수준은 p=.002로 유의한 차이를 보였다. 둘째, 운동 강도별 카테콜라민 혈중 농도는 VO₂max 20%, 40%의 두 집단에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 VO₂max 60%에서 유의 수준은 p=.001로 유의한 차이를 보였다. 셋째, 측정 시기별 운동 강도간 운동 직 후와 휴식기에 혈중 코티솔 농도의 변화율에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 측정 시기별 운동 강도간 운동 직 후와 휴식기에 혈중 카테콜라민 농도의 변화율에서는 운동 직후 p=.000과 휴식기에서는 p=.034 유의한 차이가 나타났다. 따라서 본 연구에서는 운동 강도별 운동 후 동일 휴식에 있어서 VO₂max 60%의 운동 집단에서만 유의한 차이를 나타냈으며 변화율에서도 VO₂max 60%에서 코티솔과 카테콜라민의 변화율에 유의한 차이가 나타났다. 결과적으로 다양한 강도의 운동 후 휴식은 중등도 이상의 운동 강도에서만 휴식의 큰 효과를 볼 수 있었다. 즉 휴식은 중등도 운동에서 큰 의미가 없다고 판단된다.

Abstract This study set out to investigate the effects of the same amount of resting(30 minutes) after VO₂max 20%, 40%, and 60% exercise on the variation of cortisol and catecholamine, serum stress hormones. The research efforts led to the following conclusions:

First, there were no significant differences in serum cortisol concentration between the VO₂max 20% group and the VO₂max 40% group, but there were some significant differences in the significance level of p=.002 in the VO₂max 60% group.

Second, there were no significant differences in serum catecholamine concentration between the VO₂max 20% group and the VO₂max 40% group, but there were some significant differences in the significance level of p=.001 in the VO₂max 60% group.

Third, no significant differences were found in the changing rates of serum cortisol concentration between right after exercise and during break among different levels of exercise intensity according to measuring time. Fourth, there were significant differences in the changing rates of serum catecholamine concentration in the significance level of p=.000 right after exercise and in the significance level of p=.034 during break In short, there were significant differences only in the VO₂max 60% group according to exercise intensity when the different groups took the same amount of break after exercise. The VO₂max 60% group was also the only group that showed significant differences in the changing rates of cortisol and catecholamine. In conclusion, taking a break after exercise can generate huge effects only when the exercise intensity level is moderate or higher. That is, taking a break will have no significant effects when the exercise intensity level is lower than moderate.

Key Words : Cortisol, Catecholamine, Hormone, stress, exercise

본 연구는 2012년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임. (GCU-2012-M005)

*Corresponding Author : Won-Ho Choi

Tel: +82-10-7721-6892 email: whchoi@gachon.ac.kr

접수일 12년 02월 24일

수정일 (1차 12년 03월 13일, 2차 12년 04월 09일)

게재확정일 12년 05월 10일

1. 서론

건강의 저해 요인 중 스트레스 호르몬의 분비는 신체적, 심리적 자극에 큰 영향을 받으며 이러한 건강에 미치는 스트레스 호르몬의 중요성 때문에 개인의 건강을 위한 운동에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다.

특히 자신의 체력수준에 적합한 운동을 수행하면 건강 유지 및 증진에 도움이 되지만, 체력수준에 맞지 않은 운동은 신체에 심적 부담과 상해를 유발한다. 매우 높은 농도의 코티솔은 발열을 억제하고 면역능력을 상실하게 된다. 다시 말하면 혈중 코티솔 수준이 높으면 궁극적으로 조직 파괴의 원인이 되고, 신체의 부정적인 질소 평형상태를 야기 시킨다(1). 따라서 운동에 의한 신체적, 심리적 스트레스를 받지 않기 위해 즐거운 기분으로 운동을 하고 휴식을 취하고 있다. 운동 스트레스에 의한 혈중 코티솔 농도의 증가는 면역기능의 저하와 밀접한 관련이 있기 때문에 운동 스트레스에 의한 면역기능 억제를 극복하기 위해 진정제, 면역 강화제를 투여하고 지속적으로 운동 스트레스를 최소화시키기 위한 연구가 진행되고 있다[2]. 스트레스의 최소화는 신체의 휴식을 의미한다. 신체는 호르몬을 통해 신체의 여러 기능을 조절하고 통합하는 기능을 하고 있다. 이러한 호르몬의 변화는 운동을 통해 나타난다. 호르몬은 신체에 정신적, 생리적으로 스트레스 반응을 야기 시킨다(3),(4). 즉 신체활동은 인체에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있으며 이러한 신체활동은 단시간 저·중강도로 하여도 혈장 코티솔 수준에 영향을 미치지 않거나 약간 감소시킨다(5)고 하였다. 이러한 코티솔의 감소와 증가는 신체적, 정신적으로 운동이 인체에 많은 영향을 미치는 것이다. 운동 후 과다 증가된 코티솔은 단기회복 중에는 정상적인 수준으로 돌아오지 않는다고 제시하였다(6). 최근까지 인체 스트레스에 따른 코티솔 연구들이 축적되어 운동 후의 부작용을 예방하고 치료하기 위한 운동 스트레스 관리 프로그램의 필요성이 대두되고 있으나 국내에서 운동 스트레스 중재 전략을 이해하려는 노력은 아직까지 많이 시도되지 않고 있다. 운동 스트레스 완치 프로그램으로 이완 기법, 바이오피드백, 인지-행동 기법 등이 시행 연구되고 있으나(7), 국내에서는 운동 후 휴식에 대한 연구의 시행은 아직 미비한 실정이다. 운동을 하게 되면 호흡량, 폐활량이 커지면서 폐의 기능을 향상 시킬 수 있고, 기초 대사량도 올라간다고 하였다(8).

그리고 운동을 통해서 나타나는 혈장의 글루코코르티코이드 호르몬은 약 80%가 코티솔이며, 스트레스 호르몬의 일종인 Catecholamine이 나머지며 서로 상승작용을 나타낸다(9). 강도별 운동에 따른 카테콜라민을 살펴보면

혈장 카테콜라민 분비는 교감 신경계의 활성화와 함께 증가하여 신체운동과 관련이 있다(10). 카테콜라민은 운동이나 협심증, 심근경색증, 출혈, 저혈당, 무산소증 등의 각종 스트레스에 대하여 분비된다. 또한 외부 자극에 대하여 신속하게 반응하기 때문에 운동 상황에도 중요한 역할을 담당한다. 인체에 운동과 같은 신체적 자극이 주어지면 성장 호르몬, 베타-엔돌핀, 카테콜라민등의 호르몬과 신경자극 전달 물질이 분비된다. 이러한 분비물들은 운동 강도에 따라 증가폭이 다양하다고 주장되어 왔다(11). 카테콜라민 분비는 낮은 운동 강도에서는 변하지 않지만 높은 강도에서는 크게 증가 한다고 보고한 반면, 운동 초반에는 증가했다가 후반에 감소하는 경향을 보이며, 지속적인 운동 시에는 운동의 강도를 높여도 운동 강도에 대응하는 카테콜라민 반응이 둔화되는 양상을 보인다고(12)하여 연구자들간에 다소 상이한 결과를 나타내고 있다(13). 최대하 운동부하에서는 훈련군이 비 훈련군에 비해 카테콜라민 낮기 때문에(14) 혈압의 감소를 가져올 수 있다. 내적 요인인 운동, 심리적, 환경에 의해 항상 위협을 받는다. 즉 우리 인간은 살아가는 환경 속에서 스트레스로 인해 생명의 위협을 항상 받고 있으며 진행하고 있다(15). 이러한 호르몬들의 변화를 운동 강도와 휴식을 통해 알아 볼 수 있다. 건강을 위한 저강도 유산소성 운동은 신체적 스트레스에 대한 적응기전으로 운동에 대한 반응기전과 관계된다(16). 일반화된 운동 강도 설정 방법은 최대산소섭취량의 비율로 설정하고 심폐기능 유지 및 증진을 위한 운동 강도로 최대산소섭취량의 50-60%가 미국 스포츠 의학회에서 권장하는 운동 강도이다(17). 하지만 선행 연구들은 운동의 효과만을 강조하였고 운동 강도별 신체 변화에 대한 연구가 대부분을 차지하였다. 그러나 운동재활 강도별 운동 후 회복 시간에 대한 언급은 찾아보기 힘들다.

따라서 본 연구의 목적은 운동 강도별 동일 회복 시간이 혈중 스트레스 호르몬인 코티솔과 카테콜라민의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하여 현장에서 운동재활하는 일반인 및 선수들에게 강도별 운동재활 후 회복에 대한 기초 자료를 제공하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 피험자는 신체적, 정신적으로 이상이 없고 실험에 임하기 전 실험의 내용을 충분히 인지한, 인천 I 대학의 일반 남자 대학생 10명으로 하였다. 모든 피험자들은 실험에서 예상되는 효과와 잠재적인 위험요소 등을

충분히 설명들은 후 실험에 임할 것을 동의 하였으며, 피험자의 구체적인 특성은 표 1과 같다.

[표 1] 피험자의 신체적 특성

[Table 1] The physical characteristics of the subjects (M±SD)

대상(n)	연령(age)	신장(cm)	체중(kg)
10	21.20±1.03	175.40±3.78	72.90±3.60

본 연구에서는 운동 강도와 혈액분석을 위해 다음과 같은 측정기기를 사용하였다. 측정기기는 표 2와 같다.

[표 2] 측정도구

[Table 2] Measuring instruments

측정항목	측정기기(모델명)	제조국
신체조성	임피던스 체지방 분석기(InBody 720)	한국
호흡변인	가스 분석기(Quark-b2)	이탈리아
운동부하	트레드밀(Inter track 6200)	한국
혈액변인	1470 Wizard- γ-counter	필란드

2.2 측정도구 및 방법

본 연구의 실험실 온도는 평균 23.4±1.14℃, 습도는 평균 46±2.07%로 유지하여 실험 하였다. 연구의 목적을 달성하고자 피험자 10명을 선발하여 사전실험인 예비 테스트와 본 실험으로 나누어 실험에 임하였다. 가스분석기로 얻은 VO₂max를 자료로 사용하여 각각의 개인별 VO₂max에 대한 운동 강도 VO₂max의 20%, 40%, 60%의 결과를 구하여 실험에 임하였다.

사전실험 1시간 전 실험실에 도착하여 휴식을 취하고 10분간의 준비 운동을 실시하였다. 운동 강도 설정을 위해 점증적 운동 부하 방법인 KSSI Protocol(한국 체육 과학 연구원 프로토콜)을 이용하여 운동 부하검사를 실시 하였다. 운동 부하검사를 통해 얻은 자료를 기준으로 본 실험에 임하였다. 본 실험에서는 반복측정으로 3개 조로 구분하여 실험하였으며 채혈은 운동전, 운동 직후, 휴식 30분 후에 채혈 하였다. 1회 실험마다 개인당 총 3회 채혈하여 인천 소재 의료재단에 분석되 하였다. 결과에 따라서 VO₂max의 20%, 40%, 60%의 운동 강도로 트레드밀에서 30분 동안 운동 하였다. 운동 30분 후에 운동을 중지하고 바로 휴식을 취하였다. 휴식 30분 동안에는 편

안하게 앉은 자세에서 휴식을 취하였다.

실험 후 전 실험이 후 실험에 영향을 최소화하기 위해 휴식 3일 후 2차, 3차 실험을 하였다. 가스 분석기를 통하여 실험에 필요한 최대 산소섭취량과 환기당량, 이산화탄소 생성량 등의 기초 자료를 얻었다. 피험자들의 VO₂max 20%, 40% 60%의 운동 강도와 실험절차 및 순서는 표 3과 표 4와 같다. 운동 강도별 가스분석기 통한 실험 모습은 그림 1과 같다.

[표 3] 피험자의 운동강도별 산소 섭취량

[Table 3] The subjects oxygen uptakes according to exercise intensity (M±SD)

대상	VO ₂ max (ml/min)	VO ₂ max 20%	VO ₂ max 40%	VO ₂ max 60%
10	4052.30±249.29	810.50±50.00	1620.80±99.87	2431.40±149.55

[표 4] 실험절차 및 순서

[Table 4] The procedures and order of experiments

운동부하검사<예비테스트>		
5일 후		
VO ₂ max 운동부하 검사		
본 실험-1차 <3일 후>		
1조(3명)	2조(3명)	3조(4명)
20% VO ₂ max	40% VO ₂ max	60% VO ₂ max
채혈시기: 안정시, 운동 직후, 회복 30분 후		
본 실험-2차 <3일 후>		
1조(3명)	2조(3명)	3조(4명)
40% VO ₂ max	60% VO ₂ max	20% VO ₂ max
채혈시기: 안정시, 운동 직후, 회복 30분 후		
본 실험-3차 <3일 후>		
1조(3명)	2조(3명)	3조(4명)
60% VO ₂ max	20% VO ₂ max	40% VO ₂ max
채혈시기: 안정시, 운동 직후, 회복 30분 후		



[그림 1] 가스분석기를 통한 운동량 측정 및 검사
[Fig. 1] Measuring and examining amounts of exercise with a gas analyzer

2.3 자료처리 방법

본 연구의 자료처리는 SPSS 11.5 통계프로그램을 이용하여 자료처리 하였다. 모든 변인에 대한 평균과 표준편차를 산출하였고, 운동 강도별, 측정시기별 스트레스 호르몬 차이검증을 위해 Paired- Samplet-test와 repeted one-way ANOVA를 실시하였다. 사후검증은 Duncan으로 검증하였고 모든 경우에서 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

3. 연구결과

본 연구에서 얻어진 혈중 코티솔 농도와 카테콜라민 농도의 차이에 대한 결과는 다음과 같다.

3.1 운동 강도별 측정시기에 따른 코티솔 (Cortisol)농도 변화

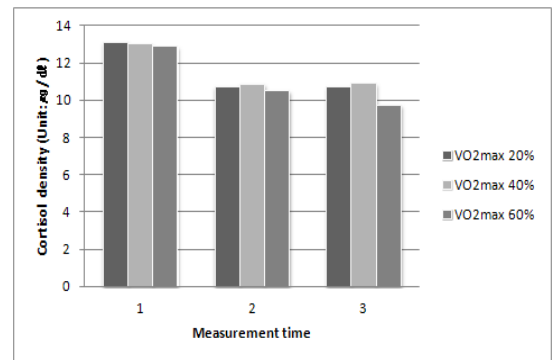
운동 강도에 따른 코티솔 농도 변화를 분석한 결과는 표 5와 그림 2와 같다.

[표 5] 운동 강도별 혈중 코티솔 농도 변화 (Unit: $\mu\text{g}/\text{dl}$)
[Table 5] Changes in serum cortisol concentration according to exercise intensity (M \pm SD)

운동강도	안정시	운동 직후	회복 30분
VO ₂ max 20%	13.13 \pm 0.08	10.75 \pm 1.18	10.73 \pm 0.76
VO ₂ max 40%	13.02 \pm 0.99	10.86 \pm 1.28	10.90 \pm 0.67
VO ₂ max 60%	12.89 \pm 1.09	10.51 \pm 0.63	9.75 \pm 0.30

VO₂max 20%의 운동 강도에서 혈중 코티솔 농도는 운동 직후에 평균 10.75 \pm 1.18 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났다. 그리고 회복 30분 후에는 평균 10.73 \pm 0.76 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 수치상 감소하였다. VO₂max 40%의 운동 강도에서 혈중 코티솔의 농도가 운동 직후에 평균 10.86 \pm 1.28 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 안정 시 보다 감소하였다. 회복 30분후에는 10.90 \pm 0.67 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났다. VO₂max 60%의 운동 강도에서 혈중 코티솔 농도가 운동 직후 평균 10.51 \pm 0.63 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났으며 휴식 30분후에는 9.75 \pm 0.30 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 감소하였다.

그리고 그림[2]에서 보는바와 같이 운동 직후에는 비슷한 변화를 보였지만 운동 후 휴식기에서는 운동 강도 VO₂max 60%는 $p < .01$ 에서 유의한 변화를 보이고 VO₂max 20%와 40%의 두 집단에서는 변화가 없었다.



[그림 2] 운동 강도별 측정시기에 따른 코티솔 농도 변화
[Fig. 2] Changes in cortisol concentration according to exercise intensity and measuring time

다음은 집단별로 운동직후와 휴식기의 차이를 검증한 결과는 표 6과 같다.

[표 6] 운동 강도별 운동 직후와 휴식기의 혈중 코티솔 농도 차이 검증결과

[Table 6] Test results of differences in serum cortisol concentration between right after exercise and during break according to exercise intensity

운동강도	t	df	Sig
VO ₂ max 20%	.030	9	.977
VO ₂ max 40%	.590	9	.570
VO ₂ max 60%	4.364	9	.002**

** : $p < .01$

표 6에서 보는 바와 같이 VO₂max 20, 40%의 두 집단에서는 운동 직후와 휴식기 30분에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 VO₂max 60%에서 유의 수준은 $p = .002$ 로 유의한 차이를 보였다.

3.1.1 측정 시기별 운동 강도간 운동 직후와 휴식 기 혈중 코티솔(%)의 변화율

측정 시기별 운동 강도간 혈중 코티솔 변화율의 차이 검정 결과는 표 7과 같다.

[표 7] 측정시기별 운동 강도간 혈중 코티솔의 변화율(%)
[Table 7] Changing rates of serum cortisol among different exercise intensity levels according to measuring time

운동시간	F	Sig	Post hoc
운동직후	88.57	.854	운동 20%=운동 60%=운동 40%
30분후	19.25	.184	운동 20%=운동 40%>운동 60%

표 7에서 보는 바와 같이 측정시기와 운동 강도별 코티솔의 변화율은 운동 직후 VO₂max 20%와 40%, 60%의 변화율은 같았다. 그러나 운동 30분 후에는 VO₂max 20%와 40%의 운동은 변화가 거의 없었지만 VO₂max 60%에서 수치상의 차이를 보였다.

3.2 운동 강도별 측정시기에 따른 카테콜라민 (catecholamine)농도 변화

운동 강도별 카테콜라민의 농도 변화를 분석한결과는 표 8과 그림 3과 같다.

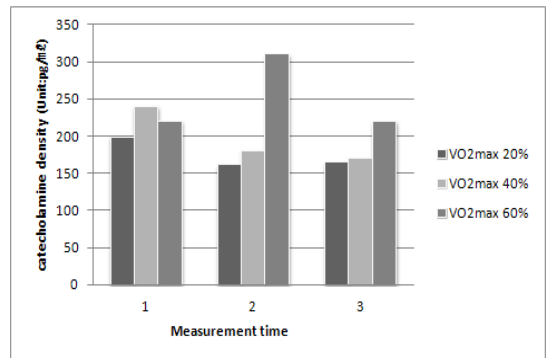
[표 8] 운동 강도별 혈중 카테콜라민 농도 변화 (Unit:pg/ml)
[Table 8] Changes in serum catecholamine concentration according to exercise intensity (M±SD)

운동강도	안정시	운동 직후	회복 30분
VO ₂ max 20%	199.41±92.18	161.52±80.68	165.73±90.76
VO ₂ max 40%	240.52±110.24	180.21±101.58	170.90±100.67
VO ₂ max 60%	220.88±120.24	310.51±170.66	220.75±120.30

VO₂max 20%의 운동 강도에서 혈중 카테콜라민 농도는 운동 직후에 평균 161.52±80.68pg/ml로 나타났다. 그리고 회복 30분 후에는 평균 165.73±90.76pg/ml로 수치상 감소하였다가 증가 하였다. VO₂max 40%의 운동 강도에서 혈중 카테콜라민 농도가 운동 직후에 평균 180.21±101.58pg/ml로 안정시 보다 감소하였다. 회복 30분후에는 170.90±100.67pg/ml로 감소하였다. VO₂max 60%의 운동 강도에서 혈중 카테콜라민 농도가 운동 직후 평균 310.51±170.66pg/ml로 나타났으며 휴식 30분후에는 220.75±120.30pg/ml로 매우 감소하였다. 운동 강도에 따

른 혈중 카테콜라민의 농도를 운동전, 운동 후, 휴식 30분후의 결과를 그림 3으로 나타냈다.

그림에서 보는바와 같이 운동 직후에는 운동 강도 VO₂max 20%와 40%은 비슷한 변화를 보였지만 운동도 VO₂max 60%에서는 급격히 감소하여 휴식 시에 처음 시작점으로 돌아가는 양상을 보였다.



[그림 3] 운동 강도별 측정시기에 따른 카테콜라민 농도 변화

[Fig. 3] Changes in catecholamine concentration according to exercise intensity and measuring time

다음은 집단별로 운동직후와 휴식기의 차이를 검증한 결과는 표 9와 같다.

[표 9] 운동 강도별 운동 직 후와 휴식기의 혈중 카테콜라민 농도 차이 검증결과

[Table 9] Test results of differences in serum catecholamine concentration between right after exercise and during break according to exercise intensity

운동강도	t	df	Sig
VO ₂ max 20%	.230	9	.621
VO ₂ max 40%	.890	9	.475
VO ₂ max 60%	7.224	9	.001**

** : p<.01

표 9에서 보는 바와 같이 VO₂max 20, 40%의 두 집단에서는 운동 직후와 휴식기 30분에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 VO₂max 60%에서 유의 수준은 p=.001로 유의한 차이를 보였다.

3.2.1 측정 시기별 운동 강도간 운동 직후와 휴식기 혈중 카테콜라민(%)의 변화율

측정 시기별 운동 강도 간 혈중 카테콜라민의 변화율의 차이 검정 결과는 표 10과 같다.

【표 10】 측정시기별 운동 강도간 혈중 카테콜라민의 변화율(%)

【Table 10】 Changing rates(%) of serum catecholamine among different exercise intensity levels according to measuring time

운동 시간	F	Sig	Post hoc
운동 직후	32.87	.001	운동 20%<운동 40%<운동 60%
30분 후	19.25	.034	운동 20%=운동 40%<운동 60%

표 10에서 보는 바와 같이 측정시기와 운동 강도별 카테콜라민의 변화율은 운동 직후 VO₂max 20%와 40% 보다 VO₂max 60%가 변화율이 컸다. 또한 운동 30분 후에는 VO₂max 20%와 40%의 운동은 변화가 거의 없었지만 VO₂max 60%에서 차이를 보였다.

4. 고찰

이 연구에서는 운동 강도 VO₂max 20%, 40%, 60%의 운동 강도로 30분 동안 운동한 후 휴식 30분 후 스트레스 호르몬인 코티솔과 카테콜라민의 농도변화를 규명하였다. 코티솔 측정 결과 3개 집단 모두 운동 후 코티솔이 감소하였다. 그리고 회복 30분 후 VO₂max 20%, 40%는 유지하는 경향을 보였으나 VO₂max 60% 강도에서는 감소하는 경향이 나타났다. 그리고 운동 강도 VO₂max 60%에서의 감소는 저강도 운동 후 휴식보다는 중등도 운동 후 휴식이 농도 변화에 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 따라서 코티솔은 운동 후 휴식기에 더욱 떨어진다는 결과는 얻었다. 그리고 카테콜라민은 VO₂max 20%, 40% 강도에서는 운동 후 감소하였지만 VO₂max 60% 운동 강도에서 증가 후 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과를 토대로 논의 하고자 한다. 신체적 스트레스로 인해 코티솔은 신체가 스트레스를 받는 경우에 급격하게 증가된다(18). 저 강도와 중간도 운동시 코티솔 농도는 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 그 중에서도 VO₂max 60%로 운동 시 코티솔의 농도는 급격히 감소하며 휴식기에도 코티솔 농도는 지속적 감소를 나타냈다. 저 강도 운동 보다는 중강도 이상 운동 후 휴식이 코티솔 농도를 지속적으로 감소시켰다. 그렇다면 운동은 중강도 이상 실시해야만 스트레스 호르몬인 코티솔의 농도가 감소한다는 결론이다. 선행 연구들을 살펴보면 신체적 스트레스로 인해 부신에서 분비되는 스트레스성 호르몬인 클루코코티코이드 형태인 코티솔은 신체가 스트레스를 받는 경우에 급격하

게 증가된다(19). 또한 VO₂max 에서 80%와 90%의 운동 강도에서 20분간 달리기를 한 후 코티솔이 증가되었다고 하였다(11). 이러한 보고는 급격한 고강도 운동 시 코티솔 농도의 변화가 급격하게 상승한다는 것이다. 선행 연구들은 급격한 강한 운동을 하였을 경우 코티솔 농도가 증가한다고 하였다. 그러나 점진적 트레이닝 시간이 지남에 따라 코티솔의 농도는 낮아졌다고 제시 하였다(20). 본 연구결과도 김병완(1999)의 결과와 유사하지만 휴식의 적용에 따른 효과를 배제할 수가 없다고 판단된다.

즉 일반인이나 운동을 즐기는 스포츠맨들은 심리적으로나 신체적으로나 불필요한 스트레스 호르몬인 코티솔 농도를 최대한 감소시키기 위한 방법으로 중강도 운동으로 휴식을 병행하면서 장시간 운동하는 것이 올바른 운동 수행 방법이라 생각된다.

카테콜라민의 선행 연구는 운동이 부신의 활성을 증가시켜 결과적으로 노르에피네프린과 같은 교감 아드레날린성 스트레스 호르몬을 증가시키게 되며, 따라서 운동은 카테콜라민과 같은 신경전달물질 분비를 자극한다고 하였다(21). 카테콜라민은 운동 강도나 운동기간에 따라 다른 양상을 보인다고(16) 하였으며 카테콜라민은 무산소 역치 이하의 운동 강도에서는 큰 증가가 없으나 그 이상의 운동 강도에서 유의한 증가가 일어나며, 안정 시 30분에 유의한 감소를 나타내어 안정 시 수준으로 회복되었다고 보고하였다(22). 운동 강도에 따라 비례적으로 증가한다는 연구보고(23)와 운동 강도에 따라 스트레스 호르몬의 분비정도가 다르게 나타난다는 보고가 있고 고강도 운동에서도 상승한다고 하였다(24). 그리고 VO₂max 의 40%와 60%의 운동에서는 유의한 증가가 없었다고 하였다. 또한 카테콜라민 농도는 주로 고강도 운동 시 증가한다고 하였다(25). 운동 강도 40%, 60%에서는 유의한 증가가 없다고 하였다(26).

그러나 본 연구에서는 중강도 VO₂max 60%에서도 카테콜라민이 상승하였다. 선행연구의 고강도 운동에서 상승한다는 것과는 조금 다른 변화를 보였다. 고강도 운동 후 급격히 증가하였으며 휴식 시 감소하는 경향은 선행 연구와 비슷하나 본 연구에서는 중등도 강도에서 증가하였다. 따라서 중강도 운동도 급격한 상승을 보일 수 있고 그날의 몸 상태나 운동능력에 따라 약간의 차이를 보일 수 있을 것이다. 여러 연구원들은 시상하부-뇌하수체-부신피질계 호르몬의 증가를 위해서 최소한 VO₂max 70%의 이상 운동 강도로 일회적인 운동이 필요한 것으로 설명하고 이러한 반응을 얻기 위해서 무산소성 운동을 해야 한다고 주장한다. 그러나 운동 강도를 증가 하는 것은 한계가 있을 것이다. 연구에서 카테콜라민 중에서 에피네프린은 심리적 스트레스에 주로 반응을 나타내고

노르에피네프린은 신체활동 대사에 주로 관여한다는 맥락에서 본다면 VO_2max 20%와 40%은 동일선상에서 영향을 받지 않고 VO_2max 60%에서는 심리적이나 신체적 영향을 받았을 것이다(26, 27). 따라서 운동은 개인의 신체적 문제와 심리적 문제가 공존하여 운동이 일어난다고 판단된다.

따라서 운동을 즐기는 일반인이나 운동선수들은 심리적으로나 신체적으로나 불필요한 스트레스 호르몬인 코티솔, 카테콜라민의 농도를 최대한 감소시키기 위한 방법으로 본인의 운동 수준에 맞게 중강도 VO_2max 60%내외의 운동으로 휴식을 병행하면서 장시간 운동하는 것이 올바른 운동 수행 방법이라 생각된다. 고강도 운동이나 장시간 운동은 인체에 나쁜 영향을 미칠 수 있다고 판단되고 자신의 신체 상태를 모르고 운동만 한다면 오히려 운동이 신체를 망치는 결과를 초래 할 것이다.

5. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 운동 강도별 동일 회복이 혈중 코티솔과 카테콜라민의 변화에 어떠한 영향을 미치는지를 구명 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 운동 강도별 시간 변화에 따른 코티솔 혈중 농도는 VO_2max 20%, 40%의 두 운동집단에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 운동 강도 VO_2max 60%에서는 유의수준은 $p=0.002$ 로 유의한 차이를 보였다.

둘째, 운동 강도별 시간변화에 따른 카테콜라민 혈중 농도는 VO_2max 20%, 40%의 두 집단에서는 유의한 차이를 보이지 않았지만 VO_2max 60%에서 유의수준은 $p=0.001$ 로 유의한 차이를 보였다.

셋째, 측정 시기별 운동 강도간 운동 직 후와 휴식기에 혈중 코티솔 농도의 변화율에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

넷째, 측정 시기별 운동 강도간 운동 직 후와 휴식기에 혈중 카테콜라민 농도의 변화율에서는 운동 직 후 $p=0.000$, 휴식기에서는 $p=0.034$ 유의한 차이가 나타났다.

다섯째, 운동 강도별 운동 후 동일 휴식에 있어서 VO_2max 60%의 운동 집단에서만 유의한 차이를 나타냈으면 변화율에서도 VO_2max 60%에서 코티솔과 카테콜라민의 변화율에 유의한 차이가 나타났다.

본 연구결론에 비추어 다음과 같이 제언하고자 한다. 운동 후 휴식 시간의 분배를 연령별, 성별, 운동종목별로 세분화 하는 체계적인 연구가 필요하고 운동 강도에 대한 휴식 프로그램의 적용 연구가 이루어져야 하겠다.

References

- [1] Costill, D.L., Thomas, R, Roberg, R.A., (1991). "Adaptions to swimming training : influence of training volume". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23. 371-377.
- [2] Kim Gwang-jin, Gil Mi-jeong, Kim Hyeong-deuk, Song Jeong-seop, Yu Eun-ha, Jo Jeong-geon, Jeong Sun-jin, Na Gi-jeong, and Jeong Eui-bae(2006), "The Effects of Cut Flowers and Essential Oil Scents on the Concentration Reduction of Cortisol, a Stress Hormone," *Kor. J. Hort. Sci. echnol.* 24(3) : 417-424.
- [3] Burchfield, S. R.(1997). The stress response : "A new perspective". *Psychosomatic Medicine.* 41, 661-672.
- [4] Eun hee-grown(1997). "Thr effect og coping stycles on catecholamine recovery following the stress of cognitive uncontrol", *The '97 East asian sports scientific congress.* 400-406.
- [5] Davies, C,T & Few, J.D. (1981), "Effect of exercises adrencortical function". *J. Appl. Physiol.* 30:10-19.
- [6] Park Mi-suk(2004), "The Effects of Korean Dance on Middle-Aged Women's Stress Hormones, Blood Pressures, and Blood Stream Variables in the Common Carotid Artery," a doctoral dissertation at the Graduate School of Wonkwang University.
- [7] Ministry of Health and Welfare(2001), "A Study on Businessmen's Stress Levels, Development of Stress Reducing Programs, and Construction of Infrastructure," Gwacheon, Ministry of Health and Welfare.
- [8] Kim Hyeon-seop(2004), "The Effects of Different Types of Music after Submaximal Exercise on Hormones and Heart Rates," a master's dissertation at the Graduate School of Health and Sports at Daejeon University.
- [9] Hwang Ae-ran(1990), "Physiological Reactions during Stress," *Journal of Korean Academy of Nursing*, 23(4), 38-44.
- [10] Galbo, H., et al(1983). "Hormonal and metavolic adaptation to exercise", New YORK; Thieme and Stratton Inc., 58-63.
- [11] Farrell, P. A., Garthwaite, T. L., & Gustafson, A. B.(1983). "Plasma adrenocorticotrophin and cortisol response to submaximal and exhaustive exercise". *Journal of Applied Physiology*, 55(5), 1441-1444.
- [12] Jin Yeong-su(1992), "The Effects of Exercise on the Body's Immune Functions and Endocrine System," an unpublished dissertation at the Graduate School of Seoul National University.
- [13] Galbo, H., & Gollnick, P. D.(1984). "Hormonal

- changes during and after exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 97-110.
- [14] Kjaer, M., Farrell, P. A., Christensen, N. J., & Galbo, H.(1986). "Increased epinephrine response and inaccurate glucoregulation in exercising athletes". *Journal of Applied Physiology*. 61(5), 1693-1700.
- [15] Petraglia F, Barletta C(1988). "Response of circulating adrenocorticotropin, beta-endorphin and cortisol to athletic competition", *Acta Endocrinologica*. 118:332-336.
- [16] Kjaer, M.(1989). "Epinephrine and some other hormonal response to exercise in man with special reference to physical training". *International Journal of Sports Medicine* 10, 1-16.
- [17] American College of Sports Medicine(1988). "Resource Manual for Guidelines for exercise testing and prescription". Philadelphia: Lea & Febiger, United State of America, 358.
- [18] Ganong, W. F.(1993). *Review of Medical Physiology*, 10th ed. California: Lange Med. Pub.
- [19] Davies, J. A.(1985). Anaerobic threshold; a review of the concept and direction for future research. *Med. Sci. Sports Exercise*. 17:6-18.
- [20] Kim Byeong-wan(1999), "The Effects of Training Methods on Lipid Metabolism and Secretion Reactions in the Immune System according to Exercise," a doctoral dissertation at Dankook University.
- [21] Bassey, E.(1990) "Benefits of Exercise: the Evidence". New York, Manchester University Press.
- [22] Yun Jae-ryang(1993), "The Effects of Running Exercise on Hormone Reactions and Mood Changes according to Exercise Intensity," a doctoral dissertation at the Graduate School of Seoul National University.
- [23] Farrell, P. A., Gustafson, A.B., Morgan, W.P., & Pert, C.B(1987) "Enkephalins, catecholamines, and psychological moodalterations : effect of prolonged exercise". *Med. Sci. Sports Exerc*, 19(4):347-353.
- [24] Shephard, R.J. & Shek, P.N.(1999). "Exercise, Immunity, and susceptibility to infection." *The Phys. and Sports med*, 27(6):47-71.
- [25] Hartley, L.(1983). "Multiple Hormonal Responses to Graded Exercise in Relation to Physical Training", *J. Appl PHYSIOL*, 33:670-610
- [26] Mc Carthy, D.A. Snyder, A.C., Foster, C. & Wehrenberg. W.B.(1988). "The leukocytosis of exercise" : A review and model. *Sports Medicine*, 6:333-363.
- [27] Handley, M. E.(1992). "Endocrinology. Third edition". Prentice-hall. Inc. Simon & Schuster Co.

최 원 호(Won-Ho Choi)

[정회원]



- 2003년 2월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료석사)
- 2011년 8월 : 인천대학교 체육학과 (체육학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

스포츠산업, 스포츠 의학, 물리치료학

신 원(Shin-Won)

[정회원]



- 2000년 2월 : 상명대학교 체육학과 (체육학사)
- 2003년 2월 : 인천대학교 체육학과 (교육학석사)
- 2008년 2월 : 인천대학교 체육학과 (체육학박사)
- 2008년 5월 ~ 현재 : 인천대학교 스포츠과학연구소 연구원

<관심분야>

스포츠산업, 운동처방, 스포츠 물리치료학