

## 보디빌더의 Set훈련방법의 차이가 근 성장 호르몬의 분비에 미치는 영향

정 용 민<sup>1)</sup> 방 현 석<sup>2)</sup>

### The Effects of Difference of Set Training Method of Bodybuilder on Growth Hormone

Chung, Yong-Min<sup>1</sup> Bang, Hyun-Seok<sup>2</sup>

#### Abstract

The purpose of this research is to clarify the effects of difference of set training method of bodybuilding athletes on secretion of growth hormone, and to propose basic data for designing of program that can effectively improve muscle mass of the bodybuilders. The research subjects were chosen to be 24 bodybuilders in their 20s that are preparing to run in local tournament held in some 15 weeks among athletes that accomplished scores of 3rd rank or higher in each weight class in tournaments of metro city or province scale among athletes registered with 'B' metro city bodybuilding association, and were classified randomly by the 8 persons in ascending set group, descending set group and drop set group. As for data processing, paired t-test was performed before and after exercise on growth hormone to verify 12 weeks exercise effects by each set training method by using SPSS 17.0, and to verify the difference by the resistance training method of growth hormone secretion amount after 12 weeks exercise, the research performed covariance analysis among the groups with growth hormone as covariance. The three groups GH(growth hormone), IGF-1 and testosterone all showed significant difference before and after exercise, however Cortisol did not show any change. While GH, IGF-1 and testosterone showed significant difference among the groups after 12 weeks exercise, on GH, drop set group showed significantly higher secretion amount than ascending set group, and on IGF-1 and testosterone, drop set group than ascending set group and descending set group. Cortisol did not show any significant difference among the groups after exercise. Consequently, it is considered that GH, testosterone and IGF-1, which are known

---

1) 동명대학교  
608-711 부산 남구 용당동 535번지

2) 창원대학교  
641-773 경남 창원시 사람동 9번지

1. Tongmyoung University  
535 yongdang dong nam-gu pusan  
608-711 Korea

2. Changwon National University  
9 salym dong Changwon  
641-773 Korea

as representative hormones that can promote muscle expression and generation, can change by difference of training method among resistance exercise sets, and among these, drop set method is the training method which is relatively more effective in the secretion of growth hormone than ascending set and descending set.

Key words : Ascending Set, Descending Set, Drop Set, Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol

## I. 서 론

보디빌딩은 오늘날 생활체육 현장과 헬스클럽 등에서 체력 및 건강 증진을 위한 운동의 형태로 쉽게 수행할 수 있어 그 인구의 저변이 확대되고 있는 추세이다(이석인, 권만근, 2002). 보디빌딩은 자기신체의 근육을 얼마나 잘 발달시켜 나타낼 수 있는가를 겨루는 종목으로서 타 종목선수에 비하여 저항운동의 전문성이 더욱 강조되는 종목이다. 보디빌딩 동호인들의 경우에도 규칙적인 저항운동은 연령과 성별을 불구하고 체지방량과 기초 대사량이 증가되어 신체와 조직의 활성화와 함께 생활습관에 따른 질환의 발병율을 감소시키는데 중요한 중재 역할을 한다. 또한 저항운동으로 인한 근력과 근질량의 증가는 자신감증가 및 피로에 대한 저항력 증가 및 체중감소로 이어져 삶의 질이 개선될 수 있다(유재현 등, 2004).

규칙적인 저항운동을 통해 나타나는 긍정적인 변화 중 근육형성은 호르몬과 골격근간의 상호작용, 근육의 손상과 파괴, 염증반응 그리고 새로운 단백질의 합성과 기존 또는 새로운 근절로의 통합을 의미한다(Chi, et al, 1983). 이중 호르몬의 상호작용이 근 형성에 있어 많은 비중을 차지하고 있으며, 저항 운동에 의해 골격근과 상호 작용하는 호르몬의 기전은 근육의 대사적·세포적 과정에서 나타나는 변화를 조절하는 통합된 시스템의 일부가 된다(Hakkinen, Pakarine, & Koni, Hakkinen, 1985). 그리고 근육형성의 기전은 명확하게 밝혀지지는 않았지만 근 수

축으로 아미노산의 세포내 흡수가 활성화되어 단백질합성이 강화되는데, 이는 호르몬이 저항운동 시 수축성 단백질을 합성하는 과정에서 유의한 영향을 미칠 수 있는 요인이 될 수 있기 때문이라고 하였다(유재현 등, 2004). 이중 특히 성장호르몬(Growth Hormone; GH), 테스토스테론(Testosterone) 및 인슐린 유사 성장인자-1(IGF-1)은 단백질합성에 관여하여 근 질량 증가에 유의한 영향을 미칠 수 있다고 하였으며(Florini, 1987), Hakkinen & Pakarinen (1993)은 근육에 관여하는 GH, Testosterone의 감소가 체지방량과 근력 감소의 잠재적인 기전이고, 성인 남성에게서 혈장 내 농도는 근육의 적응에 중요한 지표로 저항운동을 통해 증가된다고 하였다. 또한 IGF-1은 간에서 주로 생산되어 연골에서는 성장호르몬과 유사한 작용, 골격근 세포에서는 근육의 동화작용 그리고 혈액에서는 성장호르몬을 조절하는 인자로 알려져 있다(Moller, Gedsted, Gormsen, Fuglsang & Djurhuus, 2003). 테스토스테론은 골격근형성의 주요 호르몬이며, 근육의 동화 상태를 평가하는 생리학적 지표로 알려져 있으며(Hakkinen et al., 1985), Cortisol은 운동에 의한 스트레스에 대항하여 신체를 보호하는 역할을 막고 있으나 혈중 농도가 매우 높을 경우에는 신체발열을 억제하고 면역능력을 상실하게 되어 근조직손실의 원인이 될 수 있는 호르몬으로 밝혀졌다(Kraemer, Fry, 1995)

이와 같이 근 성장과 호르몬은 밀접한 관계가 있으며 저항성 운동 시 성장호르몬 분비의 차이는 운동강도, 세트 수, 휴식시간, 전체적인 운동 수행량 및

트레이닝의 개인적 수준 등 다양한 형태의 운동프로그램 구성요소들이 중요한 변수로 작용할 수 있는 것으로 보고되었다(Kraemer, et al, 1998). 그러나 대부분의 보디빌딩선수들은 다양한 형태의 운동프로그램을 적용시키기 보다는 저항운동의 생리학적 특성을 잘 이해하지 못한 채 검증되지 못한 자신만의 운동스타일만을 고수하며, 고강도 운동에만 매진하는 경우가 많아 다양한 운동프로그램에 대한 연구의 필요성이 있다. 하지만 보디빌딩 선수들에 관련된 선행연구들은 식이 차에 따른 근 성장의 변화(권만근, 2002; 손영진, 2008; 김성범, 2006; 김양식, 2006), 운동 강도에 따른 근 성장의 변화(유영규, 2004; 유재현 등, 2004), 저항운동 중 휴식방법에 따른 신체 구성의 변화(이석인 등, 2000; 이석인, 1999; 유영규, 김석희 2007)에 대한 연구가 주를 이루고 있었으며, 저항운동이 GH, IGF-1 Testosterone, cortisol의 분비에 미치는 영향에 대한 연구는 다수 이루어져 있으나(Crist, Peake, Egan, & Waters 1988; Hakkinen et al., 1993; Kraemer, Fry, 1995), 대부분 1회성 저항운동 후 회복시간의 차이 및 운동 강도에 따른 호르몬분비량을 연구한 내용들이 주류를 이루고 있어 12주간의 지속적인 운동 후 호르몬의 변화에 관한 연구는 부족한 실정이며, 특히 보디빌딩 선수들이 가장 많이 사용하고 있는 set훈련법과 호르몬분비를 연관시킨 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 저 중량으로 시작해서 중량을 늘려나가는 훈련 방법인 어센딩 세트(Ascending Set)훈련법, 고 중량으로 시작해서 중량을 약간씩 줄여가며 반복하는 방법인 디센딩 세트(Descending Set)훈련법, 저 중량으로 시작해서 중량을 늘려나가다가 마지막 세트에서 저 중량으로 훈련을 마무리하는 드롭세트(Drop Set)훈련법으로 구분하여 set 훈련법의 차이가 근 성장호르몬에 분비에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하여 보디빌딩 선수의 근 질량을 효과적으로 증진 시킬 수 있는 운동 프로그램

램설계의 기초자료를 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 B광역시보디빌딩협회 등록 선수중 시·도규모의 대회에서 각 체급 3위 이상의 성적을 거둔 선수 중 약 15주후에 개최되는 지역 대회에 출전을 준비하는 20대 보디빌딩 선수를 24명을 대상으로 하였다. 본 연구의 대상자를 보디빌더로 선정한 것은 본 연구에서 실시될 12주간의 고강도 운동프로그램을 정확하게 수행할 수 있으며, 특히 경기를 앞둔 선수들은 자율적으로 식단, 휴식 등의 일반화된 경기 전 생활 형태로 몰입하게 되어 피험자들의 운동트레이닝 외적인 요소를 최대한 통제할 수 있기 때문이다. 선정된 대상자들은 Ascending Set 집단, Descending Set 집단, Drop Set 집단으로 각각 8명씩 무작위로 구분하였으며 피험자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 일반적 특성

구분	n	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	운동경력 (yrs)
Ascending Set Group	8	24.62 ±1.40	175.87 ±5.08	81.87 ±5.08	4.37 ±.74
Descending Set Group	8	25.00 ±2.00	174.37 ±5.50	79.12 ±8.20	4.62 ±1.76
Drop Set Group	8	25.75 ±1.66	175.20 ±5.28	81.41 ±6.22	4.87 ±1.45

### 2. 운동방법

본 운동 실시 전 준비운동은 세 집단 모두 걷기 10분과 스트레칭 10분을 각각 실시하였다. 본 운동은 경기를 준비하는 대부분의 보디빌더들이 실시하는 1일 2회 분할훈련을 실시하였으며 운동 실시시간

은 피험자들이 평소에 운동을 실시하였던 오전10시와 오후5시에 시작하여 50-60분간 실시하였으며, 운동 빈도는 경기를 준비하는 건강한 20대 보디빌더임을 감안하여 주 6회, 총12주간 실시하였다. 또한 1RM을 측정하여 개인의 최고중량을 설정하였으며, 정확한 1RM test를 위하여 프로그램 실시 전 1주간 자세교정을 실시하였다. 1RM설정은 간접측정 방식 [ $1RM = \text{들어 올린 무게(kg)} / 10278 - (\text{반복횟수} \times 00278)$ ]을 이용하였다. 부위별 각 운동종목을 5set씩 실시하였으며, 운동 강도는 세 집단 모두 근력의 한계로 스스로 반복이 불가능할 때까지의 최고 강도로 실시하였으며, 이때 나타날 수 있는 개인 간 운동 강도의 차이를 줄이기 위해서 운동자각도(RPE)의 측도를 이용하여 운동 강도를 최대한 동일하게 실시하였다(Day, McGuigan, Brice, & Foster, 2004; Egan, Winchester, Foster, & McGuigan, 2006). 또한 2주마다 1RM의 재측정을 실시함으로써 최대근력을 보장하였으며, 웨이트트레이닝 시 보다 정확한 1RM 측정결과를 지키기 위하여 1kg의 덤벨과 원판을 이용하여 운동 시 사용하는 중량값을 보장하였다. 본 연구의 운동 프로그램은 방현석, 이삼준, 정용민(2008); 구광수, 방현석, 백운효, 홍예주(2007)의 프로그램을 참조하였다. 본 연구에서 실시된 저항운동 프로그램은 <표 2>, <표 3>과 같다.

### 3. 혈액검사

혈액분석 및 채취는 S-K의료재단에 의뢰하였으며, 피험자들을 12시간 이상의 야간 공복을 유지시켜 식이의 영향을 최소화하고 채혈 전 24시간이내의 운동을 금지하여 측정변인에 미치는 영향을 최소화하였다. 채혈은 사전, 사후 모두 오전 후 모두 오전 9:30분에 각각 동일하게 측정하였으며, 주정맥에서 15ml를 동시 채혈하여 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol을 각각 분석하였다.

표 2. set별 운동강도(1RM기준)

	1set	2set	3set	4set	5set
Ascending	40%	50%	60%	70%	80%
Descending	80%	70%	60%	50%	40%
Drop	40%	60%	70%	80%	40%

표 3. 운동프로그램

운동시간	오전 : 50-60min, 오후 : 50-60min			
운동빈도	주 6회, 1일 2회			
set간휴식	60-70sec			
준비운동	Walking 10min(4km/hour), stretching 10min			
	오전운동		오후운동	
주 2 일 (월, 목)	가슴	bench press	등	chinning
		dumbell fly		high fully
		cablecross over		bent over low
		dumbell full over		long full
주 2 일 (화, 금)	다리	squart	상완	barbell curl
		leg extension		concentration curl
		leg curl		Hammer cirl
		good morning		barlell extension
주 2 일 (수, 토)	어깨	stipe dead lift	복부	tryceps full down
		calf laise		kick back
		barlell press		sit up
		side laise		crunch
주 2 일 (수, 토)	어깨	front laise	복부	leg laise
		back laise		cable crunch
		up right low		reverse crunch
		dumbell press		V-up crunch
정리운동	Walking 10min(6km/hour), stretching 10min			

#### 1) 성장호르몬(Growth Hormone)

전혈에서 혈청, 혈장분리 후 냉장 보관된 검체는 GH Daiichi kit를 사용하여 비경쟁반응 IRMA 방법으로 측정하였으며, 고상법(solid phase)으로 항체가 피복된 구슬(Beads)에 항원(GH)를 반응시킨 다음 표지항체(125I-AntiGH)를 반응시켜 검

체의 GH를 알리는 Sandwich 원리를 이용하였다.

## 2) Testosterone

전혈에서 혈청과 혈장을 분리 후  $-20^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다가 1470 wizard  $\gamma$ -counter를 이용하여 경쟁 반응 RIA방법으로 측정하였다.

## 3) IGF-1

전혈에서 혈청과 혈장을 분리 후 냉장 보관된 검체는 IGF-I-D-RIA-CT를 사용하여 IRMA의 기본 원리인 항원에 대해 항체와 표지항체가 비 경쟁적으로 반응하는 비 경쟁반응 IRMA를 이용하였다.

## 4) Cortisol

전혈에서 혈청, 혈장 분리 후 냉장 보관된 검체는 Cortisol(Imunotech)시약을 사용하여 경쟁반응 RIA법으로 측정하였으며, 검체의 항원(Cortisol)과 표지항원( $^{125}\text{I}$ -Labeled Cortisol)이 항체 피복입자(antibody coated particles)나 항체 피복 tube에 경쟁적으로 반응하는 경쟁반응의 원리를 적용하였다.

## 4. 자료처리

저항훈련의 방법으로 Ascending set, Descending set, Drop set 집단의 12주간 트레이닝 실시 전과 후의 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol을 측정하여 얻은 자료는 Windows용 SPSS 17.0을 사용하여 다음과 같이 통계처리를 하였으며, 통계적 유의도는  $\alpha=.05$ 로 하였다. 첫째, 어센딩 세트, 디센딩 세트 및 드롭 세트의 12주간 운동효과를 검정하기 위해 운동방법별 트레이닝 전과 트레이닝 후의 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol에 대한 비교는 paired t-test를 하

였다. 둘째, 저항훈련 방법에 따른 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol의 분비량 차이를 검정하기 위하여 각 집단의 운동전 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol을 공변량으로 하여 12주간 트레이닝 후의 Growth Hormone, Testosterone, IGF-1, Cortisol 분비량에 대한 집단 간 공 변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다.

# III. 결 과

## 1. 집단별 운동 전 후 근성장 호르몬의 차이

각 운동 집단별 근성장 호르몬에 대한 트레이닝의 효과를 알아보기 위해 각 집단별로 운동전·후 paired t-test를 한 결과 <표 4>에서 보는 바와 같이 세 그룹 모두 GH, IGF-1, Testosterone은 운동 전후 유의한 증가를 보여 트레이닝의 효과를 나타내었으나 Cortisol은 운동 전, 후 차이가 없었다.

## 2. 운동방법에 따른 운동 후 GH에 대한 공변량 분석 결과

12주간 트레이닝 후의 GH에 대한 운동방법에 따른 공변량 분석의 결과는 <표 5>에서 보는 바와 같이 운동 방법에 따라 집단 간 유의한 차이를 보였으며, 운동전 GH의 효과를 제거한 조정된 GH 값에 대한 다중비교(pairwise comparison)의 결과 Drop Set 집단이 Ascending set 집단보다 유의하게 높게 나타나 Drop Set 운동방법이 Ascending Set 운동 방법보다 GH의 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다.

## 3. 운동방법에 따른 운동 후 IGF-1에 대한 공변량 분석 결과

12주간 트레이닝 후의 IGF-1에 대한 운동방법에

표 4. 집단별 운동 전·후 근성장 호르몬의 차이 검정 결과

집단	변인	운동 전(M±S.D)	운동 후(M±S.D)	T
Descending group	GH(ng/ml)	6.44±4.03	9.27±3.41	3.758**
	IGF-1(ng/ml)	290.10±38.16	337.26±24.88	3.411*
	Testosterone(ng/ml)	5.12±1.17	5.83±1.08	3.093*
	Cortisol(ug/dl)	10.63±3.21	13.07±4.48	1.804
Ascending group	GH(ng/ml)	5.67±3.22	7.97±3.44	5.756**
	IGF-1(ng/ml)	305.98±69.89	344.42±55.57	3.877**
	Testosterone(ng/ml)	4.29±1.31	5.36±1.85	3.542**
	Cortisol(ug/dl)	12.33±2.66	12.22±1.81	-.142
Drop group	GH(ng/ml)	6.78±3.34	11.46±4.55	6.785***
	IGF-1(ng/ml)	370.71±88.17	436.69±71.30	3.744**
	Testosterone(ng/ml)	5.12±1.58	7.64±1.80	6.437***
	Cortisol(ug/dl)	11.89±4.58	10.93±2.55	-.547

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01, \*\*\*p&lt;.001

표 5. 운동방법에 따른 운동 후 GH에 대한 공변량 분석 결과

Source	SS	df	MS	F	LSMEAN(ng/ml)		P.C
Corrected Model	293.022	3	97.674	29.313***	Ds	9.131	Dr>As
Intercept	64.478	1	64.748	19.432***			
운동전 GH	243.277	1	243.277	73.010***	As	8.571	
집단별	25.518	2	12.759	3.829*			
Error	66.642	20	3.332		Dr	11.000	
Total	2556.361	24					

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01, \*\*\*p&lt;.001

Ds: Descending Group Dr : Drop Group, As : ascending Group

PC : pairwise comparison

표 6. 운동방법에 따른 운동 후 IGF-1에 대한 공변량 분석 결과

Source	SS	df	MS	F	LSMEAN(ng/ml)		P.C
Corrected Model	89847.511	3	29949.170	28.660***	Ds	357.893	Dr>Ds, As
Intercept	25249.053	1	25249.053	24.162***			
운동전 GH	40648.616	1	40648.616	38.898***	As	354.869	
집단별	10179.138	2	5089.569	4.870*			
Error	20899.873	20	1044.994		Dr	405.621	
Total	3446159.161	24					

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01, \*\*\*p&lt;.001

Ds: Descending Group Dr : Drop Group, As : Ascending Group

PC : pairwise comparison

따른 공변량 분석의 결과는 <표 6>에서 보는 바와 같이 운동 방법에 따라 집단 간 유의한 차이를 보였으며, 운동전 IGF-1의 효과를 제거한조정된 IGF-1값에 대한 다중비교(pairwise comparison)의 결과 Drop set 집단이 Ascending set 집단과 Descending set집단보다 유의하게 높게 나타나 Drop set의 운동방법이 Ascending set 와 Descending set의 운동 방법보다 IGF-1의 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다.

방법에 따른 공변량 분석의 결과는 <표 7>에서 보는 바와 같이 운동 방법에 따라 집단 간 유의한 차이를 보였으며, 운동전 Testosterone의 효과를 제거한 조정된 Testosterone값에 대한 다중비교(pairwise comparison)의 결과 Drop set 집단이 Ascending set 집단과 Descending set집단보다 유의하게 높게 나타나 Drop set의 운동방법이 Ascending set와 Descending set의 운동 방법보다 Testosterone의 향상에 더 효과적인 것으로 나타났다.

#### 4. 운동방법에 따른 운동 후 Testosterone에 대한 공변량 분석 결과

12주간 트레이닝 후의 Testosterone에 대한 운동

#### 5. 운동방법에 따른 운동 후 Cortisol에 대한 공변량 분석 결과

12주간 트레이닝 후의 Cortisol에 대한 운동방

표 7. 운동방법에 따른 운동 후 Testosterone에 대한 공변량 분석 결과

Source	SS	df	MS	F	LSMEAN(ng/ml)		P.C
Corrected Model	61.483	3	20.494	24.600***	Ds	5.562	Dr>Ds, As
Intercept	3.435	1	3.435	4.124			
운동전 GH	38.459	1	38.459	46.163***	As	5.918	
집단별	14.509	2	7.255	8.708**			
Error	16.662	20	.833		Dr	7.368	
Total	1025.546	24					

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Ds: Descending Group Dr : Drop Group, As : Ascending Group

PC : pairwise comparison

표 8. 운동방법에 따른 운동 후 Cortisol에 대한 공변량 분석 결과

Source	SS	df	MS	F	LSMEAN(ng/ml)		P.C
Corrected Model	46.427	3	15.491	1.706	Ds	13.396	N S
Intercept	128.288	1	128.288	14.128**			
운동전 GH	27.882	1	27.882	3.071	As	11.995	
집단별	25.352	2	12.676	1.396			
Error	181.605	20	9.080		Dr	10.850	
Total	3730.552	24					

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Ds: Descending Group Dr : Drop Group, As : Ascending Group

PC : pairwise comparison

법에 따른 공변량 분석의 결과는 <표 8>에서 보는 바와 같이 운동 방법에 따라 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동전 Cortisol의 효과를 제거한 조정된 Cortisol값에 대한 다중비교(pairwise comparison)의 결과에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## IV. 논 의

GH의 수준을 증가시키는 요인은 다양하게 보고되고 있는데, 특히 운동 강도와 운동량, 혈중 젖산농도, 저산소증(장용수, 강호을, 2003; Bouissou, Guenzennec, Defer & Presquies, 1987)등이 제시되고 있다. 본 연구 결과 세 집단 모두 운동 후 GH의 수준이 유의하게 증가한 것은 젊은 남성을 대상으로 저 강도운동과 고강도 운동을 실시하여 두 집단 모두 GH의 증가를 보고한 Felsing, Brasel & Cooper(1992)와 20대 남성을 대상으로 12주간 최고 강도와 중강도의 운동을 실시하여 두 집단 모두 GH의 유의한 증가를 나타낸 Pritzlaff et al.(1999)의 연구결과와 일치한다. 훈련방법의 차이에서는 Drop set와 Ascending set 간 GH의 분비량이 차이가 나타났다. 이는 운동 강도의 차이(Bucker, 1972), 반복횟수와 세트 수의 증가에 따른 총 운동량의 차이(장용수, 강호을 2003), 운동수행시간의 차이(장재훈, 2008)와 함께 set훈련법의 차이 또한 GH분비에 영향을 미치는 하나의 변수가 될 수 있을 것으로 생각된다.

IGF-1은 근 수축활동을 하는 동안 분비되는 호르몬으로(Yan, Biggs & Booth, 1993; DeVol, Rotwein, Novakofski & Bechtel, 1990), 대부분 조직 내에서 자연적으로 분비하여 단백질분해(proteolysis)의 비율을 감소시키며 근조직을 합성하는데 관여하는 호르몬으로 알려져 있다(Sara & Hall, 1990;

Daughaday & Rotwein, 1989). 운동 후 세 집단 모두 IGF-1이 유의하게 증가되어 저항운동을 실시할 경우 그 분비가 증가된다는 결과는 젊은 여성을 대상으로 12주간의 서킷트레이닝과 저항운동을 실시한 후 안정 시 혈청 IGF-1이 증가하였다고 보고한 Marx 등(2001)과 12주간의 트레이닝 후 저항운동이 IGF-1의 발현에 영향을 미친다고 보고한 Borst et al.(2001)의 연구결과와 유사한 결과가 나타를 나타내었다. 또한 집단 간의 차이에서는 Drop set를 실시한 집단이 Descending set와 Ascending set를 실시할 경우 보다 IGF-1의 분비를 활성화시킬 수 있는 방법으로 나타났기에 근 비대를 목적으로 한다면 Drop set를 실시하는 것이 보다 효과적인 운동법으로 여겨진다.

본 연구에서 Testosterone이 운동 후 유의하게 증가된 것은 혈장 Testosterone의 농도는 장시간 최대 하 운동(Vogel, 1985)과 최고 강도의 운동을 실시하였을 때 증가하며, 근력훈련을 하였을 경우 10~37%정도가 증가함을 밝힌 Cumming(1986)과 Rogers & Evans(1993)의 연구결과를 뒷받침한다. 그러나 오상덕(1999)은 체육학과 남학생을 대상으로 고강도운동을 실시한 결과 Testosterone의 경미한 감소를 보고하였고, 육상선수를 대상으로 고강도 저항운동을 실시한 Adlercreutz & Harkonen(1986)역시 유의한 감소가 나타난 것으로 보고하고 있어 본 연구와 상반된 결과를 나타내었다. 이는 Testosterone의 경우 신체피로가 증가할 경우 그 농도가 감소한다는 Crowley & Matt(1996)의 보고를 적용하면 본 연구의 대상은 저항운동을 주로 하는 보디빌딩 선수인 반면에 오상덕(1999)과 Adlercreutz & Harkonen(1986)의 연구대상은 저항운동에 적응하지 못한 일반인과 육상경기 선수로서 저항운동 시 느끼는 신체의 피로도의 차이 때문인 것으로 사료된다. 한편 집단간 차이에 있어서는 IGF-1과 동일한 결과로서 Drop set 집단이



Descending Set와 Ascending set집단에 비하여 Testosterone의 분비를 활성화 시킬 수 있는 방법으로 나타났다. 이러한 변화는 Descending set와 Ascending set에 비하여 Drop set를 실시할 경우 혈장량의 감소와 함께 Testosterone의 불활성과 제거율이 감소된 것으로 생각되며(Terjung, 1979), 운동에 의한 Testosterone의 자체적인 생성률이 증가된 것에 기인한 것(Cumming, 1986)으로 생각된다.

근 성장호르몬의 집단 간의 차이에 대하여 종합하여 본다면 Drop set훈련법이 혈중 GH, IGF-1, Testosterone의 증가에 가장 효과적인 방법으로 나타났다. Drop set는 Ascending set법으로 set를 진행하다가 마지막 set에서 Descending set형식을 실시하는 혼합된 방법으로서 Descending set가 가진 근력증가에 효과가 낮을 수 있다는 점(곽현, 2003)과 Ascending set의 근 피로를 빨리 느낄 수 있다(Heyward, 2002)는 단점을 보완할 수 있는 훈련법으로 생각된다. 따라서 본연구의 Drop set훈련법은 Descending set와 Ascending set에 비하여 근력을 동원하기 위한 보다 많은 근 신경자극과 스트레스에 노출될 가능성이 높음으로서 이에 대한 방어기전에 의하여 성장호르몬의 분비가 보다 높게 나타난 것으로 생각된다.

Cortisol은 본 연구 결과 운동 전·후와 집단 간에서 모두 유의차가 나타나지 않았다. 이는 장기간의 저항운동을 실시할 경우 평상시 또는 안정시 Cortisol 수준이 감소된다고 보고한 Marx et al.(2001), Kraemer et al.(1998)의 연구결과와는 상반되는 결과를 보였다. 그러나 특이한 점은 Descending set를 실시한 집단에서 통계적으로 유의하지는 않았지만 운동전 10.63ug/dl에서 운동후 13.07ug/dl로 약 18%정도의 증가를 나타내어 고강도 훈련 시 Cortisol의 농도가 증가된다고 보고한 O'connor 등(1989)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 미량이지만 Cortisol의 수치가

감소한 Drop set와 Ascending Set와 상반되는 결과이며, Descending set를 실시할 경우 근육의 동화작용저하와 훈련의 부적절한 적응상태를 불러올 가능성을 배제 할 수는 없을 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 보디빌딩 선수들의 set훈련법의 차이가 근 성장호르몬에 분비에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하여 보디빌딩 선수의 근 질량을 효과적으로 증진 시킬 수 있는 운동 프로그램설계의 기초 자료를 제시하기 위하여 보디빌딩 선수 24명을 대상으로 Drop set, Ascending Set, Descending Set 집단으로 구분하여 12주간 저항운동을 실시하여 운동전·후 근 성장호르몬의 변화와 운동방법에 따른 운동 후 근 성장호르몬의 차이를 구명한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

GH(Growth hormone), IGF-1, Testosterone 은 세 집단 모두 운동 전·후 유의한 차이를 보이며 증가를 나타내었으나 Cortisol은 변화가 없었다. GH, IGF-1과 Testosterone은 12주 운동 후 집단 간 유의한 차이를 보였으며, GH는 Drop set집단이 Ascending set집단보다, IGF-1과 Testosterone은 Drop set집단이 Ascending Set집단과 Descending Set보다 유의하게 더 높은 분비량을 나타내었다. Cortisol은 운동 후 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 결론적으로 근 성장 및 생성을 촉진시킬 수 있는 대표적인 호르몬으로 알려진 GH, Testosterone, IGF-1은 저항운동의 set간 훈련법의 차이에 의해서도 변화될 수 있으며, 이중 Drop set법이 Ascending set, Descending set법보다 근 성장호르몬의 분비에 있어 보다 상대적으로 효과적인 훈련법으로 생각된다. 즉, 각 집단별 유사한 시간과 강도로 운동을 실시하였지만 운동 시 중량과 경량의

우선적 선택방법에 따라 그 효과의 차이가 나타날 수 있다는 것이다. 따라서 Drop set훈련법은 많은 근육량을 필요로 하는 보디빌딩종목 선수들에게 권장할 수 있는 방법으로 사료된다. 하지만 웨이트 트레이닝 초보자들에게는 본 연구에서 소개된 세 가지 방법 모두 운동 강도가 다소 높은 방법이기 때문에 근 통증 및 근 손상이 나타날 수 있는 가능성이 있으므로 숙련된 기능을 가진 자에게 권장된다. 또한 본 연구에서 실시한 set간 훈련법의 차이가 영향을 미칠 수 있는 근 기능 및 실질적인 근량의 변화에 관한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. 광현(2003). 신경계 운동치료, 부산대학교 체육과학연구소, 2003 비만학술세미나.
2. 구광수, 방현석, 백운호, 홍예주(2007). 웨이트 트레이닝 시 Set간 휴식시간의 차이가 보디빌더의 등속성 근 기능,  $\dot{V}O_2\max$  및 신체구성에 미치는 영향. 한국체육학회, 제46권 제3호, 585-595.
3. 권만근(2002). 카르니틴 투여가 보디빌더의 운동 수행능력, 피로물질, 신체 구성성분 및 근 기능에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 중앙대학교 대학원.
4. 김성범(2006). 근저항운동과 단백질 섭취가 신체조성 및 혈중지질에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 용인대학교 대학원.
5. 김양식(2006). 웨이트 트레이닝 시 단백질 보충제 섭취가 신체구성 및 근기능에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 계명대학교 스포츠산업대학원.
6. 방현석, 이삼준, 정용민(2008). 웨이트 트레이닝 동작 속도가 슬관절 및 요부관절 등속성 근 기능에 미치는 영향. 한국사회체육학회, 제34권, 1181-1192.
7. 손영진(2008). 보디빌딩선수의 저항트레이닝과 단백질과 탄수화물의식이섭취비율에 따른 신체조성의변화. 미간행 석사학위논문, 부경대학교 대학원.
8. 오상덕(1999). 과부하 훈련 프로그램에 따른 코티졸, 테스토스테론의 변화. 한국체육학회, 제38권 제3호, 522-531.
9. 유영규(2004). 훈련강도 부하 방식이 근육적성 및 신체조성에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 명지대학교 대학원.
10. 유영규, 김석희(2007). 8주간 인터벌과 레피티션 웨이트트레이닝이 하지 근지구력 향상에 미치는 영향. 한국운동생리학회, 제16권 제2호, 141-150.
11. 유재현, 김성수, 김명기, 윤성진, 김은경, 이은경, 최희남, 윤진환, 지용석(2004). 다양한 강도의 저항운동이 testosterone, grows hormone, IGF-1, cortisol반응에 미치는 영향. 한국체육학회, 제43권 제3호, 713-725.
12. 이석인(1999). 웨이트레이닝과 씨킥트 웨이트트레이닝이 신체구성, 근력, 심박수와 혈압에 미치는 효과. 한국사회체육학회, 제12호, 815-824.
13. 이석인, 권만근(2002). 여자 국가대표 보디빌딩 선수의 근력, 심박수, 산소섭취량 및 혈액 유형성분에 관한 연구. 한국사회체육학회, 제17권 제1호, 309-318.
14. 이석인, 이상연, 이신언, 주희철, 황종문, 이충일(2000). 슈퍼 씨킥트 웨이트트레이닝과 씨킥트 웨이트트레이닝이 여성의 신체구성과 심폐기능에 미치는 효과. 한국사회체육학회, 제14호, 591-601.
15. 장용수, 강호율(2003). 저항성 운동 시 운동량의 차이가 혈중 성장호르몬, 테스토스테론, 코티졸의 분비에 미치는 영향. 한국체육학회, 제42권 제2호, 429-437.

16. 장재훈(2008). 비만 여고생에서 운동 형태에 따른 비만지표와 성장호르몬 및 인슐린양성인자 비교. 한국체육학회, 제47권 제2호, 371-381.
17. Adlercreutz, A., Harkonen, M. (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 27-28.
18. Borst, S. E., DeHoyos, D. U., Garzarella, L., Vincent, K., Pollock, B. H., Lowenthal, D. T. & Pollock, M. L. (2001). Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Medicine Science Sports Exercise*, 33, 648-653.
19. Bouissou, P., Guenzennec, Y., Defer, G. & Pesquies, P. (1987). Oxygen consumption, lactate accumulation, and sympathetic response during prolonged exercise under hypoxia. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 226-269.
20. Bucker, J. M. (1972). Exercise as a screening test for growth hormone release. *Acta. Endocrinol. Copenhagen*, 69 : 219-229.
21. Chi, M. M. Y., Hintz, C. S., Coyle, E. F., MartinIII, W. H., Ivy, J. L., Nemeth, P. M., Holloszy, J. O., & Lowry, O. H. (1983). Effect of detraining on enzyme of energy metabolism in individual human muscle fibers. *American. Journal of Physiology*, 244, 276-287.
22. Crist, D. M., Peake, G. T., Egan, P. A., & Waters, D.L. (1988). Body composition response to exogenous GH during training in highly conditional adults. *Journal of Applied Physiology*, 65, 579-584.
23. Crowley, M. & Matt, K. S. (1996). Hormonal regulation of skeletal muscle hypertrophy in rats: the Testosterone to Cortisol ratio. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 66-72.
24. Cumming, D. C. (1986). Reproductive hormone increases in response to acute exercise in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 369-373.
25. Daughaday, W. H. & Rotwein, P. (1989). Insulin-like growth factors I and II: Peptide, messenger ribonucleic acid and gene structures, serum, and tissue concentrations. *Endocrinology Reviews*, 10, 68-91.
26. Day, M. L., McGuigan, M. R., Brice, G., Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance using the session RPE scale. *Journal of Strength conditioning research* 18(2), 353-358.
27. DeVol, D. L., Rotwein, P., Sadow, J. L., Novakofski, J. & Bechtel, P. J. (1990). Activation of insulin-like growth factor gene expression during work-induced skeletal muscle growth. *American Journal of Physiology* 259, E, 89-95.
28. Egan, A.D., Winchester, J.B., Foster, C., McGuigan, M.R. (2006). Using session RPE to monitor different methods of resistance exercise. *Journal of Sports Science Medical*, 5, 289-295.
29. Felsing, N. E., Brasel, J. A. & Cooper, D. M. (1992). Effect of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men. *Journal of Clinic Endocrinology Metabolic*, 75, 157-162.
30. Florini, J. R.(1987). Hormonal control of

- muscle growth. *Muscle Nerve*, 10, 577-598.
31. Hakkinen, K. & Pakarinen, A. (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy resistance protocols in male athletes. *Journal of Applied Physiology*, 74, 882-887.
32. Hakkinen, K. A., Pakarine, M. A., & Komi, P. V. (1985). Hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *European Journal of Applied Physiology*, 53:287-293.
33. Heyward, V. H. (2002). *Advance Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Human Kinetic.
34. Kraemer, W. J. & Fry, A. C. (1995). Strength testing: Development and evaluation of methodology. In V. H. Heyward., *Advanced fitness assessment & exercise prescription* (3th Ed.). champaign, IL: Human Kinetics.
35. Kraemer, W. J., Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Fry, A. C., Gordon, S. E., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Marx, J. O., Newton, R. U. & Hakkinen, K. (1998). The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 69-76.
36. Marx, J. O., Ratamess, N. A., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Dohi, K., Bush, J. A., Gomez, A. L., Mazzetti, S. A., Fleck, S. J., Hakkinen, K., Newton, R. U. & Kraemer, W. J. (2001). Low volume circuit versus high volume periodized resistance training in women. *Medical Science Sports Exercise*, 33, 635-643.
37. Moller, N., Gedsted, J., Gormsen, I., Fuglsang, J., & Djurhuus, C.(2003). Effects of growth hormone on lipid metabolism in humans. *GH IGF-1 Research: 13 Supply A: s18-s21*.
38. O'connor, P. J., Morgan, W. P., Raglin, J. S., Barksdale, C. M., & Kalin, N. H. (1989). Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology*, 14, 303-310.
39. Pritzlaff, C. J., Wideman, L., Weltman, J. Y., Abbott, R. D., Gutgesell, M. E., Hartman, M. L., Veldhuis, J. D. & Weltman, A. (1999). Impact of acute exercise intensity on pulsatile growth hormone release in men. *Journal of Applied Physiology*, 87, 498-504.
40. Rogers, M. A. & Evans, W. J. (1993). Change in skeletal muscle with aging: Effect of exercise training. *Exercise Sports Science Research*, 21, 67-102.
41. Sara, V. R. & Hall, K. (1990). Insulin-like growth factors and their binding proteins. *Physiology Reviews*, 70, 591-614.
42. Terjung, R. (1979). Endocrine response to exercise. IN *Exercise and Sports Science Reviews*, 7, ed. New York: Macmillan.
43. Vogel, R. B. (1985). Increase of free and total testosterone during submaximal exercise normal males. *Medicine and Science in sports and exercise*, 17, 119-123.
44. Yan, Z., Biggs, R. B. & Booth, F. W. (1993). Insulin-like growth factor immunoreactivity increases in muscle after acute eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 74, 410-414.