

## 8주간의 저항훈련이 남자고교생의 학년별 건강관련체력과 성장호르몬에 미치는 영향

이창준 \* 제주대학교 · 정선태 경상대학교

### Effects of 8weeks resistance training to health-related fitness and growth hormone by grades of male's high school students

Lee, Chang-Joon\* Jeju National University · Jung, Sun-Tae GyeongSang National University

#### ABSTRACT

The study was to verify RT's compatibility to health-related fitness and growth hormone through comparison and analysis of difference by groups and grades of N-male's high school students located in B metropolitan city. The subjects participated in the experiment were consisted of male exercise group(n=30) and control group(n=30), who were sampled by each 10 persons from each grade among grade 1, 2 and 3 and who were intentionally selected participants born within±1month of normalized June as the same date of birth in order to keep consistency between groups and grades.

The application of RT program to the subjects was performed according to 50~60mins a day, 10~12 repetition, 3sets, 3times a week, and 60 to 70% of RM for 8 weeks.

The conclusions obtained from the above were as follows;

1. The 1st, 3rd grade was superior to the 2nd grade in reduction of %fat, and the 2nd, 3rd grade was inferior to the 1st grade in flexibility. The 1st, 2nd grade was superior to the 3rd grade in muscular strength and muscular endurance, and there was no significant difference among grades in LBM and cardiovascular-respiratory function,
2. There was no significant difference among grades in growth hormone.

In conclusion, the period of maximal effect of resistance training(RT) is the 1st and 3rd grade high school about health-related fitness. No significant difference on growth hormone indicates that natural growth is more influential than exercise during high school, however further studies should be performed with prolonged RT program on RT compatibility.

Key words: resistance training(RT), health-related fitness, weight training(WT), growth hormone(GH),  
Body composition

\* E-mail : cjlee11@cheju.ac.kr

## I. 서론

### 1. 연구 목적 및 필요성

21C에 있어서 우리 국민들의 염원은 더 풍요로운 삶의 추구일 것이며, 풍요로운 삶의 뿌리는 좋은 체력과 건강에서 비롯된다. 주지의 사실인 건강과 체력은 수레의 양 바퀴로서 인간이 지구상에 존재하면서부터 지금까지 불변인 것이다(양점홍, 2002b). 더욱이 건강과 체력은 저축이 불가능한 특성을 가지므로 평생을 살아가면서 준비하고 유지해야 하는 측면에서 지금의 생활습관이 체력저하로 조장되어 가는 것으로 볼 때 더욱 시사하는 바가 크다. 특히, 청소년기는 신체적 정신적으로 급성장이 이루어지는 시기로서 이 시기의 체력육성은 건강에 대한 다양한 경험을 축적하게 하고 다가오는 성인기의 건강 상태나 생애에 걸친 QOL의 수준에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 중요한 의미를 지닌다. 보건복지부(2000)는 우리나라 청소년의 체력은 이미 심각한 수준으로 저하되어 있어 최적의 건강을 달성하기 위해 무엇보다도 규칙적인 운동에 대한 태도와 습관을 기르는 것이 중요하다고 지적하고 있다.

Matsuura(1998)의 연구에 따르면 중·고등학교에서 꾸준히 규칙적인 운동을 한 사람들은 모든 연령층에서 남자를 불문하고 그렇지 않은 집단에 비하여 높은 체력을 가지고 있었다고 보고하였다. 최근에는 청소년들의 건강증진을 궁극적인 목적으로 하는 건강관련체력(health-related fitness)의 향상을 위해 저항훈련(resistance training; RT)의 중요성이 대두되고 있으며(小澤, 2004; Earle & Baechle, 2004), 대상도 운동선수뿐만 아니라 어린이부터 90세가 넘는 고령자까지 광범위하게 실시되고 있는 RT는 여러 가지 방법이 있고, 효과도 다양하다(芳賀, 大野, 2003). 신체활동은 청소년기의 정상적인 발육 발달과 건강을 좌우할 수 있으므로 개인의 발육 발달 단계에 적합한 체력 트레이닝 방법의 선택이 핵심이 되며,

다양한 RT 중에서도 근력과 체력향상에 초점을 둔 weight training(WT)이 청소년들에게 각광 받고 있다(박원익 등, 2003). RT가 신경 근육뿐 아니라 결합조직, 심혈관계, 내분비계 등 신체의 여러 계통에 영향을 미치며, 많은 사람들이 추구하는 신체조성(bodycomposition), 근력, 근비대, 경기력의 긍정적인 변화를 가져다주는 이점을 가지고 있고, 특정 스포츠 종목의 경기력을 위한 스포츠 기술 사이의 전이 특이성(transfer specificity) 때문에 운동의 효과를 최대화할 수 있는 훈련 방법이다(장경태, 2001). 특히, RT 중 barbell과 dumbbell을 이용한 free weight는 전신의 근육을 고루 발달시킬 수 있으며, 경제성 편리성 효율성 접근성이 뛰어나 집이나 학교에서 수시로 행할 수 있는 장점을 지니고 있다(Suzuki, 1996).

한편, RT는 많은 운동 단위를 동원시킬 수 있어 근세포의 발육 및 근력의 발달을 촉진하며, 성장호르몬(growth hormone; GH)의 분비를 직접 자극함으로써 분비 빈도와 분비량을 증가시킬 뿐만 아니라 GH의 방출을 촉진시키는 호르몬의 생산을 자극하게 된다(Earle & Baechle, 2004). GH는 출생 후 발육에 필수적이며, 점진적으로 증가하여 평균 농도, 분출의 빈도와 폭은 유년기에서 청년기로 가면서 증가하고 최고신장속도(peak height velocity; PHV) 시기와 거의 일치하는 시기에 최고에 도달하지만 이 후에는 성호르몬의 분비가 우위가 되므로 사춘기 이전 수준으로 감소한다(Malina et al., 2004). 게다가 발육기에 있는 청소년들은 발육 임계기에 GH가 적절하게 분비되어야 정상적 발육이 가능한데 운동에 의한 GH의 분비 촉진이 청소년기의 발육을 돕는 것은 운동의 효과를 입증하는 증거의 하나이다.

GH의 분비는 지구력 훈련의 경우 증가한다고 알려져 있지만(장봉우, 2002), 규칙적인 RT를 실시할 때도 GH의 분비가 더욱 활성화되어 근력향상에 매우 유효하다는 연속적인 연구(Raastad et al., 2001; Sanksen, 2001; Baechle & Earle, 2002; Faigenbaum, 2000; Rankin, et al., 2004; Rubin et al., 2005)가 최근 10여 년에 걸쳐 활발하게 진행되고 있다. 그러

나 고등학생을 대상으로 학년별로 구분하여 비교한 연구는 없다.

따라서, 본 연구는 RT를 통하여 발육완성기에 있는 남고생의 器質的, 機能的인 신체발육발달을 보다 효과적으로 알아 볼 필요가 있기에 시도되었으며, 나아가 이 시기에 적합한 운동이라고 생각되는 RT를 통하여 건강관련체력과 GH의 학년별(연령별) 변화 양상을 규명하여 효과적인 RT의 적시성을 모색하는 데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

B광역시 소재 일반계 고등학교 1, 2, 3학년 남학생 60명을 각 집단(운동군과 통제군) 학년별로 10명씩 유의추출(출생 연도 6월 기준, ±1개월 이내에 출생한 자) 하였으며, 그들은 현재 건강하고, 규칙적인 운동프로그램에 참가 경험이 없으며, 참가 동의서를 제출한 학생이었다. 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자의 신체적 특성

group	N	age (yr)	height (cm)	weight (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
EXE	10	16.50 ±0.74	174.19 ±3.45	63.81 ±6.06	21.13 ±2.09
	10	17.54 ±0.57	175.52 ±3.67	62.24 ±5.49	20.21 ±1.80
	10	18.51 ±0.78	175.93 ±4.53	67.48 ±4.83	21.78 ±0.89
CON	10	16.46 ±0.78	174.63 ±5.33	64.52 ±4.26	21.10 ±0.62
	10	17.55 ±0.88	174.93 ±4.49	63.17 ±5.87	20.72 ±2.55
	10	18.65 ±0.67	175.23 ±3.67	66.81 ±3.78	21.77 ±1.24

Values are mean ± standard deviation

EXE: exercise group. CON: control group

### 2. 측정방법 및 혈액채취

측정 항목은 건강관련체력 요인의 신체조성(%fat, LBM), 심폐지구력(1.6km walk/run), 유연성(sit-and-reach test), 근력/근지구력(modified sit-ups)과 GH였으며, GH 분석을 위한 혈액 채취는 채혈 전 12시간 공복 상태로 통제하여 익일 오전 10:00에 앉은 자세로 실시하였으며, 사후의 채혈도 사전과 같이 행해졌다. 혈액 채취는 10ml의 정맥혈을 주정맥(cubital vein)에서 채취하여 비경쟁반응 원리에 의해 1470 Wizard-Counter(Wizard Co., Finland)로 처리되었다. 혈액성분의 분석은 S의료재단에 의뢰하였다.

### 3. 운동처방

#### 1) 운동형태

WT로 구성되어 상지, 몸통, 하지 근 군별로 적용하였으며, 부하 기구는 barbell을 이용하였고, 통제군은 평소대로 일상생활에 임하도록 하였다.

#### 2) 1RM의 측정과 운동강도

5가지 WT 종목의 1RM의 측정은 2~5RM 예측 테스트를 실시하였으며, 측정 전 충분한 준비운동과 스트레칭을 실시하고, 최초 가벼운 무게로 7회 반복 수행한 후 중량을 추가하였다(세트간 2~4분 휴식). 4주 후 1RM의 재설정도 사전과 같이 행해졌다. 운동강도는 60~70%RM(10~12rep.)×3sets로 설정하였다.

#### 3) 운동시간, 빈도, 기간

1회 운동 시간은 준비운동 10~15분, 본 운동 30~40분, 정리운동 10분으로 총 50~60분 실시하였으며, 운동빈도는 주 3회(화, 목, 토)로 하여 총 8주간 실시하였다.

#### 4) 운동프로그램

운동군에 대한 WT 적응훈련은 프로그램을 실시하기 2주 전에 1주 동안은 가벼운 부하를 사용하면서 피험자들에게 정확하고 안전한 weight 동작을 지도하여 숙지하게 하였으며, ACSM(2002)에서 권고한 안전 지침에 의거하여 진행되었고, 운동 프로그램은 <표 2>와 같다.

표 2. 8주간의 웨이트트레이닝 프로그램

exercise	contents		
warm-up (10 ~ 15min)	stretching		
main exercise (30 ~ 45min)	exercise battery	intensity	rest
	squat		
	shoulder press	60 ~ 70%RM	rest
	leg lunge	(10 ~ 12rep.	2 ~ 4
	WT bench press	× 3sets)	min
	dead lift		between sets
	curl-ups	2sets(40 ~ 50 times/min)	
cool-down (10min)	stretching		

WT: weight training. 1set=10 ~ 12rep.

#### 4. 자료처리

모든 자료는 SPSS Ver. 12.0을 이용하여 측정항목의 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하여 각 학년별 운동군과 통제군의 운동프로그램 전 후의항목별 평균값의 차이 검증을 위해 pairedt-test를, 운동군의 사후 학년간 항목별증가량에 대한 차이검증을 위해 one-way ANOVA를 실시하였으며, 운동군의 시기와 학년 집단과 학년의 주 효과를 알아보기 위해 two-way ANOVA를 실시하였다. 사후검증은 Duncan을 실시하였으며, 모든 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 건강관련체력

##### 1) %fat과 LBM

%fat과 lean body mass(LBM)은 <표 3~4>에서 보는바와 같이 운동군의 1학년은 사후 2.27% 유의하게( $p<0.01$ ) 감소하였으며, 3학년은 사후 2.03% 유의한( $p<0.01$ ) 감소를 보였다. 통제군의 1,2,3학년은 사후 각각 2.55%, 1.38%의 유의한( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ) 감소를 보였다.

운동군의 학년간 사후 %fat은 2학년이 1,3학년이 2학년보다 유의하게( $p<0.01$ ) 감소하였고, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와 학년×시기의 상호작용 효과에서는 학년간과 시기간, 학년×시기 모두가 없었다.

LBM은 운동군의 1,2학년은 각각 사후 1.99kg, 1.52kg 유의하게( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ) 증가하였고, 통제군의 1,2,3학년은 차이가 없었다.

운동군의 학년간 사후 LBM은 차이가 없었으며, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와 학년×시기의 상호작용 효과에서는 시기간, 학년×시기에는 차이가 없었으나 학년간에는 1,2학년이 3학년보다 유의하게( $p<0.05$ ) 높게 나타났다.

##### 2) 1.6km walk/run

1.6km walk/run은 <표 5~6>에서 보는 바와 같이 운동군의 1학년은 사후 30.20sec 유의하게( $p<0.01$ ) 빠르게 나타났고, 3학년은 사후 21.10sec 유의하게( $p<0.01$ ) 빠르게 나타났다. 통제군의 1,2,3학년은 각각 사후 24.10sec, 26.50sec, 30.80sec 유의하게( $p<0.05$ ,  $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ) 느리게 나타났다.

운동군의 학년간 사후 1.6km walk/run은 차이가 없었으며, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와

표 3. %fat과 LBM의 집단·학년별 및 운동군의 학년별 비교

%fat						LBM(kg)							
group	grade test	1st M±SD	2nd M±SD	3rd M±SD	F-value	Duncan	group	grade test	1st M±SD	2nd M±SD	3rd M±SD	F-value	Duncan
EXE (N=8)	pre	16.42 ±4.49	14.61 ±2.99	13.52 ±2.66	5.938**	1. 3<2	EXE (N=8)	pre	52.72 ±4.77	52.26 ±2.29	56.76 ±6.45	0.778	
	post	14.15 ±4.78	14.68 ±3.41	11.49 ±3.63				post	54.71 ±5.16	53.78 ±2.74	57.77 ±6.05		
	diff.	-2.27	0.07	-2.03				diff.	1.99	1.52	1.01		
	t-value	4.314**	0.198	3.288**				t-value	3.955**	2.820*	1.614		
CON (N=8)	pre	18.33 ±4.86	16.69 ±5.35	19.30 ±6.93			CON (N=8)	pre	52.25 ±9.05	51.59 ±3.64	58.36 ±9.13		
	post	15.78 ±4.53	15.44 ±4.09	20.68 ±7.34				post	53.05 ±7.50	52.08 ±3.42	59.19 ±8.82		
	diff.	-2.55	-1.25	1.38				diff.	0.80	0.49	0.83		
	t-value	2.654*	1.496	4.792**				t-value	1.127	0.738	1.659		

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

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

표 4. %fat과 LBM의 운동군의 학년, 시기, 학년×시기 비교

%fat						LBM(kg)					
source	SS	DF	MS	F	Duncan	source	SS	DF	MS	F	Duncan
model	127.039	5	25.408	1.862		model	244.254	5	48.851	2.086	
grade	71.387	2	35.693	2.616		grade	207.766	2	103.883	4.437*	3<1, 2
time	39.269	1	39.269	2.878		time	34.066	1	34.066	1.455	
grade*time	16.384	2	8.192	0.600		grade*time	2.423	2	1.211	0.052	
error	736.844	54	13.645			error	1264.369	54	23.414		
corrected Total	863.883	59				corrected Total	1508.623	59			

표 5. 1.6km walk/run과 sit-and-reach test의 집단·학년별 및 운동군의 학년별 비교

1.6km walk/run(sec)						sit-and-reach(cm)							
group	grade test	1st M±SD	2nd M±SD	3rd M±SD	F-value	Duncan	group	grade test	1st M±SD	2nd M±SD	3rd M±SD	F-value	Duncan
EXE (N=8)	pre	509.70 ±65.83	498.50 ±46.88	392.80 ±27.50	0.122		EXE (N=8)	pre	4.00 ±7.76	11.50 ±7.74	14.20 ±7.41	3.508*	2, 3<1
	post	479.50 ±63.47	474.30 ±58.20	371.70 ±32.78				post	8.55 ±7.17	12.70 ±6.35	18.00 ±6.62		
	diff.	-30.20	-24.20	-21.10				diff.	4.55	1.20	3.80		
	t-value	4.417**	1.122	5.255**				t-value	5.592***	1.355	3.475**		
CON (N=8)	pre	502.10 ±79.66	458.40 ±54.98	391.80 ±30.21			CON (N=8)	pre	11.80 ±5.83	11.30 ±6.34	7.40 ±8.92		
	post	526.20 ±81.04	484.90 ±61.55	422.60 ±37.52				post	11.85 ±4.78	12.05 ±6.34	7.90 ±4.51		
	diff.	24.10	26.50	30.80				diff.	0.05	0.75	0.50		
	t-value	3.176*	2.764*	4.454**				t-value	0.050	0.713	0.866		

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

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

표 6. 1.6km walk/run과 sit-and-reach test의 학년, 시기, 학년×시기 비교

1.6km walk/run						sit-and-reach					
source	SS	DF	MS	F	Duncan	source	SS	DF	MS	F	Duncan
model	166627.683	5	33325.537	12.673		model	1159.321	5	31.864	4.481	
grade	156913.233	2	78456.617	29.836***	3<1, 2	grade	976.408	2	88.204	9.436***	2, 3<1
time	9500.417	1	9500.417	3.613		time	152.004	1	52.004	2.938	
grade*time	214.033	2	107.017	0.041		grade*time	30.908	2	15.454	0.299	
error	141998.900	54	2629.609			error	2793.925	54	51.739		
corrected Total	308626.583	59				corrected Total	3953.246	59			

표 7. modified sit-ups과 GH의 집단·학년별 및 운동군의 학년별 비교

modified sit-ups(times/min)						GH(ng/ml)							
group	grade test	1st	2nd	3rd	F-value	Duncan	group	grade test	1st	2nd	3rd	F-value	Duncan
		M±SD	M±SD	M±SD					M±SD	M±SD	M±SD		
EXE (N=8)	pre	40.30 ±5.62	42.80 ±8.57	51.30 ±5.33	18.75***	3<1, 2	EXE (N=8)	pre	0.89 ±0.89	0.46 ±0.20	0.39± 0.31	0.312	
	post	60.30 ±6.53	59.20 ±8.43	57.70 ±5.83				1.47 ±1.38	0.68 ±0.27	0.62 ±0.44			
	diff.	20.00	16.40	6.40				0.58	0.22	0.23			
	t-value	10.541***	8.288***	9.798***				1.261	1.977	3.773**			
CON (N=8)	pre	45.60 ±4.43	45.70 ±7.86	43.70 ±9.33			CON (N=8)	pre	2.44 ±4.37	4.00 ±7.32	0.62 ±0.48		
	post	48.80 ±6.43	53.10 ±11.05	50.4 0±6.31				2.80 ±4.87	0.76 ±0.70	0.44 ±0.25			
	diff.	3.20	7.40	6.70				0.36	-3.24	-0.18			
	t-value	1.643	3.368**	2.681*				1.560	1.521	1.250			

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01

\*\* : p<0.01, \*\*\* : p<0.001

표 8. modified sit-ups과 GH의 학년, 시기, 학년×시기 비교

modified sit-ups						GH					
source	SS	DF	MS	F	Duncan	source	SS	DF	MS	F	Duncan
model	3752.133	5	750.427	16.007		model	7.662	5	1.532	2.971	
grade	202.533	2	101.267	2.160		grade	5.500	2	2.750	5.331**	2, 3<1
time	3053.067	1	3053.067	65.123		time	1.734	1	1.734	3.361	
grade*time	496.533	2	248.267	5.296**		grade*time	0.428	2	0.214	0.415	
error	2531.600	54	46.881			error	27.857	54	0.516		
corrected Total	6283.733	59				corrected Total	35.519	59			

학년×시기의 상호작용의 효과에서는 시기간과 학년×시기에는 차이가 없었으나 학년간에는 3학년이 1,2학년보다 유의하게(p<0.001) 높게 나타났다.

3) sit-and-reach test

sit-and-reach test는 <표 5~6>에서 보는 바와

같이 운동군의 1학년은 사후 4.55cm의 유의한(p<0.001) 증가를 보였고, 3학년은 사후 3.80cm의 유의한(p<0.01) 증가를 보였다. 통제군의 1,2,3학년은 차이가 없었다.

운동군의 학년간 사후 sit-and-reach test는 1학년이 2,3학년보다 유의하게(p<0.05) 증가하였으며, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와 학년×시기의 상호

작용 효과에서는 시기간, 학년×시기에는 차이가 없었으나 학년간에는 1학년이 2,3학년보다 유의하게 ( $p<.001$ ) 높게 나타났다.

#### 4) modified sit-ups

modified sit-ups은 <표 7~8>에서 보는바와 같이 운동군의 1,2,3학년은 각각 사후 20.00회, 16.40회, 6.40회의 유의한( $p<.001$ ) 증가를 보였고, 통제군의 2,3학년은 각각 사후 7.40회, 6.70회의 유의한( $p<.01$ ,  $p<.05$ ) 증가를 보였다.

운동군의 학년간 사후 modified sit-ups은 1,2학년이 3학년보다 유의하게( $p<.001$ ) 증가하였으며, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와 학년×시기의 상호작용 효과에서는 학년간에는 차이가 없었으나 시기간과 학년×시기에서 유의하게( $p<.01$ ) 높게 나타났다.

## 2 성장호르몬

GH는 <표 7~8>에서 보는 바와 같이 운동군의 3학년은 사후 0.23ng/ml의 유의한( $p<.01$ ) 증가를 보였다. 통제군의 경우 1,2,3학년 모두 차이가 없었다.

운동군의 학년간 사후 GH는 차이가 없었고, 운동군의 학년간, 시기간의 주효과와 학년×시기의 상호작용 효과에서는 시기간과 학년×시기에서는 차이가 없었으나 학년간에는 1학년이 2,3학년보다 유의하게( $p<.01$ ) 높게 나타났다.

## IV. 논의

### 1. 건강관련체력

#### 1) 신체조성

신체조성은 질병에 대한 예후를 발견하고 운동처

방에 대한 분명한 기준을 제시하는 데 유용하며(백영호와 염종우, 2003), 건강관련체력의 중요 요인이다.

최근 우리나라에서도 신체조성의 질적인 향상과 sedentary lifestyle에 빠져있는 현대인에게 機能的인 골격근의 발달과 상해의 위험을 줄이고, 신체의 engine으로 비유될 수 있는 근육을 강력하게 변화시켜 보다 powerful engines을 만들 수 있는(양점홍, 2002a) 다양한 형태의 RT가 각광 받고 있다.

본 연구는 고교생의 시기적 특성에 적합하다고 생각되는 WT를 실시하여 %fat과 LBM의 변화를 알아보았는데 %fat은 운동군의 1,3학년과 통제군의 1학년은 사후에 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는 WT의 지방감소 효과를 나타내고 있으나 WT를 실시하지 않은 통제군의 1학년이 감소한 것은 왕성한 신체활동의 욕구에 따른 개인적인 신체 활동을 명확히 통제하지 못한 점과 고교 1학년 시기가 다른 학년에 비해 GH가 왕성하게 분비되어 지방산화를 촉진시킨 요인으로 설명될 수 있으며, 특히, 운동군의 학년간 비교에서 1,3학년에 비해 2학년이 유의하게 감소하지 않은 것은 운동프로그램 외의 시간을 통제하지 못한 결과거나 개인차로 생각된다.

LBM은 운동군의 1, 2학년만 유의하게 증가하였는데 3학년의 %fat이 사후 증가하였지만 %fat의 감소에도 불구하고 LBM이 유의한 증가가 없었던 것은 운동프로그램 외 과도한 학습시간에 따른 일상 활동시간이 1,2학년에 비해 상대적으로 부족해 나타난 현상으로 생각된다. 그러나 대체로 운동군의 %fat과 LBM은 WT 고유 효과인 근력증가를 보이고 있으며 특히, LBM의 결과가 3학년보다 1, 2학년이 높게 나타나 RT를 통한 LBM 증가는 저학년이 더 큰 효과가 있는 것으로 보인다.

본 연구의 운동군의 %fat 감소와 LBM 증가는 이한용(2003)이 남자대학생을 대상으로 한 WT 결과, %fat이 유의하게 감소되었다는 보고와 황우린과 김기진(2004)의 정상과 비만 남자대학생을 대상

으로 WT를 실시한 결과 정상, 비만집단 모두 %fat은 감소하고 LBM은 증가하였다고 밝힌 보고와 유사한 결과를 보이고 있다.

Heyward(2002)는 RT가 남·여 모두에게 %fat을 감소시키고 LBM을 증가시키는데 효과적이며, 다양한 연령층에서 %fat 및 FM(fat mass)을 감소시키고 LBM을 증가시킬 수 있다고 하였다. 물론, RT보다 지구성운동이 %fat의 감소에 효과적이라는 보고가 지배적이었지만 최근에는 RT의 %fat의 감소 효과에 대한 보고(권유찬 등, 2002; 정성립, 김병로, 2003; Heyward, 2002)가 늘어나고 있으며, 활발한 연구가 진행 중이다.

RT가 지구성운동보다는 에너지 소비를 두드러지게 증가시키지 않고, fat은 RT의 중요한 연료자원이 아니지만 지구성운동으로는 얻을 수 없는 RT의 산물인 LBM과 RMR 증가(Tremblay, Simoneau & Bouchard, 1994)를 통해 RT가 지구성운동 못지 않게 신체조성의 질적인 변화에 영향을 미칠 수 있다고 생각된다.

## 2) 심폐지구력

심폐지구력은 일상생활에서 가장 기본적인 체력 요인으로 운동부족에 의해 많은 손상을 받는다. 또한, 운동에 의해 개선될 수 있기 때문에 순환기계 질환의 예방과 경감을 위한 수단으로 가장 중요시 되는 체력요인이다.

본 연구의 1.6km walk/run 결과에서는 운동군의 2학년은 빨라졌지만 차이는 없었고, 1,3학년은 유의하게 빨라졌으며, 통제군의 1,2,3학년은 유의하게 느려졌다. 특히, 운동군의 학년간의 주효과에서는 3학년이 1,2학년 빠르게 나타나 심폐지구력 요인은 고학년이 효과적임을 시사하고 있었다. 이러한 결과들은 발육상 3학년이 완성기를 지나 체격조건이 저학년보다 유리한 점도 있었지만 1,2학년과 큰 차이가 없는 것으로 보아 특정 학년이 우수하다기보다 규칙적인 운동의 유·무가 심폐지구력 능력을 좌우하는

것으로 보인다. 따라서 운동군의 긍정적인 변화는 반드시 RT의 효과라고는 볼 수 없으며, 규칙적인 운동실시 여부와 더 관련이 있는 것으로 생각된다.

RT를 통한 심폐지구력에 대한 연구 결과는 많지 않지만 지구성운동처럼 단독적인 효과보다는 부대 효과로서 간주될 수 있다. 이충일(1999)은 남자대학생을 고·저부하 집단으로 구분하여 주 3회, 1일 40분간, 12주간 WT 8종목을 80%RM과 50%RM을 실시하여 저부하집단의 안정시 심박수의 유의한 감소를 확인하였으며, WT도 운동강도·반복횟수·휴식간격·운동빈도에 따라 심폐기능을 향상시킬 수 있으며, 저부하 다빈도로 실시하면 안정시 심박수가 유의하게 감소된다고 보고하였다.

한편, 통제군의 사후 부정적인 결과는 운동부족에 의한 심폐기능을 저하와 운동군보다 %fat이 상대적으로 높아 나타난 현상으로 풀이된다. 최근에는 %fat 수준이 심폐기능이나 폐기능과 밀접한 관계를 가진다는 연구가 진행되고 있으며, 본 연구의 대상자와는 성별이나 연령이 유사하지 않지만 김성열 등(2003)의 연구는 40~49세의 여성 비흡연자를 대상으로 %fat이 폐기능에 미치는 영향을 설문을 통해 분석한 결과, %fat의 증가는 심폐기능 저하와 유의한 관련을 보였다고 하였으며, 최현희 등(2003)은 19~21세의 여성을 대상으로 운동부하검사를 실시한 결과, 정상군에 비해 비만군의 심폐기능이 저하되었다고 보고하였다. 또한, 과도한 %fat은 심혈관계 기능과 운동수행에 부정적인 영향을 미치며 (Boreham et al., 2001),  $VO_2$ 와  $VO_{2max}$ 가 %fat와 역상관 관계를 가지고 있다(Pump et al., 2002; Mota et al., 2002)는 보고가 있으며, Santana 등(2001)은 심폐기능의 저하는 %fat의 증가와 LBM의 감소로 진행되며, %fat의 증가는 심폐기능의 저하에 중요한 역할을 한다고 밝히고 있다. 이러한 메커니즘은 %fat이 높은 사람은 낮은 사람에 비해 복강(腹腔)의 지방 침착이 많아 흉곽의 용적이 감소되고(최현희 등, 2003), 이에 따라 폐활량 자체가 감소할 뿐만 아니라 기관지의 비후(肥厚)로 인한 기도의



크기 감소와 호흡근육의 근력이 저하되어 흉곽의 기계적 효율이 떨어지기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 본 연구에 있어 통제군의 심폐지구력의 저하는 높은 %fat이 영향을 미친 하나의 요인으로 추정되지만 무엇보다도 비활동과 운동부족이 주원인인 것으로 생각된다.

### 3) 유연성

유연성(flexibility)의 연령별 발육·발달 추이는 남녀 모두 10대 후반부터 20대 초반에 걸쳐 최고 수준에 도달하며, (Malina et al., 2004). 모든 연령에 있어서 여자가 남자를 상회하며 요통방지, 용모개선 등에 도움을 주며 경기수행에 있어서는 상해 방지와 근육을 신장시키는 역할을 하는 이점이 있다 (양점홍, 2002b). 유연성 저하는 근력 감소와 밀접한 관계를 가지고 있으며(김광래, 2000; 박원익, 2002), 요통(low back pain)과 관련이 커 등하부 통증을 상해를 제외한 측면에서는 등근육(back muscle)과 엉덩이굽힘근(hip flexor muscle)의 유연성 부족으로 인해 경직된 근육들과 약화된 복부근육(abdominal muscle)이 자세의 불균형을 초래한다고 Field(1998)는 지적한 바 있다.

본 연구의 결과는 운동군의 1,3학년은 유의한 증가를 보였고, 특히 운동군의 1학년은 사후의 증가량이 두드러져 RT의 효과를 나타내고 있다. 그러한 효과는 WT가 근력강화 운동임에 기인하며, Schmottlach & McManama(1997)도 WT가 유연성을 발달시키는데 좋은 방법이라 보고하였다. 특히, 운동군의 사후 학년별 비교에서 1학년이 2,3학년 보다 유의하게 높게 나타나 WT 실시에 따른 유연성은 1학년이 가장 효과적이었지만, 통제군에서도 유의차는 없었지만 증가한 것으로 보아 활동적인 고교생들에 있어서는 RT실시 여부에 따라 증가량은 차이가 있겠지만 별도의 유연성 운동을 실시하지 않는 한 큰 영향을 미치지 않는 것으로 본다.

### 4) 근력/근지구력

어떤 연령층보다도 고교생의 근력향상은 적극적인 신체활동을 위해 시기적으로도 필수 불가결한 요소이며, 일상생활에 있어서 근력유지는 연령을 불문하고 중요한 요소이다.

muscular fitness이 저하되면 자세 문제가 생기기 쉬우며, 관절의 안정성이 나쁘게 되고, 약한 골다공증(osteoporosis)과 근과열과도 관련이 있어 muscular fitness는 aerobic fitness처럼 건강과 QOL을 유지·증진시키기 위해 중요한 체력 인자이다(양점홍, 2002a).

본 연구에서의 modified sit-ups의 결과는 운동군의 1,2,3학년은 모두 유의하게 증가하였고, 이 시기의 근력/근지구력의 자연발육 현상으로 인해 통제군도 2,3학년은 유의하게 증가하였다. 운동군의 사후 학년간 비교에서는 1, 2학년이 3학년보다 우수하게 나타나 통제군의 1학년 경우 근력 증가가 없었던 것을 감안할 때 RT의 근력/근지구력에 대한 효과는 저학년일수록 높다는 것을 확인할 수 있었고, 결과적으로 근력/근지구력 증가를 위한 트레이닝은 1, 2학년 시기가 적절한 것으로 생각된다.

WT의 근력/근지구력 증가 효과는 1950년대부터 보고되어 왔고, 최근에는 연령이나 성별을 떠난 연구들이 진행되고 있다. 박원익(2002)은 남고 3학년을 대상으로 WT와 plyometric training(PT)을 실시한 결과 근력, 근지구력 등의 요인이 PT보다 우수하게 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과는 RT의 고유 근력증강 효과이며, RT는 많은 운동단위를 동원시킬 수 있어 근세포의 성장을 유발하여 근력의 발달을 촉진시키게 되는(Singh et al., 1999) 메커니즘으로 설명될 수 있다. 특히 강한 근력은 운동 경기의 수행능력을 개선시킬 뿐만 아니라 작업이나 여가활동에서 덜 힘들게 하여 보다 적극적으로 삶의 질을 높여주는데 기여한다고 Gatchell 등(1998)은 주장하고 있다.

한편, 통제군 2, 3학년의 유의한 근력/근지구력 증가는 통제군의 신체활동을 통제하지 못해 대상자

들이 자유로운 활동을 한 것을 고려하지 못한 것과 발육이 왕성한 시기에 있어 RT의 효과를 명확히 구분하기가 어려워 WT 실시 여부와는 관계없이 자연적 증가와 개인차에 따르는 것으로 추측되지만 운동군의 결과와 비교해 볼 때 통제군의 증가량이 운동군보다 낮아 RT와 규칙적인 운동 효과가 분명히 있는 것으로 생각된다.

## 2 GH

GH는 뇌하수체 전엽에서 형성되어 저장·분비되는 호르몬으로서 근육과 골격계에서는 인슐린과 같은 작용을, 지방조직에서는 항인슐린작용(anti-insulin like activity)을 한다(김향선 등, 2001). 적은 양이지만 성인에게서도 분비되며, 깊은 수면 시에 박동적(pulsatile)으로 파동쳐 분비된다(김성운, 1997). 특히, 신체활동과 발육·발달 과정에 깊이 관여하고 있지만 운동 때와 같이 에너지원이 결핍될 때 분비가 크게 증가한다.

Cappa 등(2000)은 운동은 신체에서 GH를 분비시키기 위한 중요한 생리적 자극이며, 혈중 GH의 수준을 증가시키는 요인이나 결과들은 지구성운동의 연구 결과에서 다양하게 보고되고 있는데(Eliakiml et al., 2001; Munoz-Hoyos et al., 2001; Viru et al., 2001; Woodhouse et al., 2001), 최근에는 지구성운동 못지않게 RT의 결과에서도 GH의 증가에 대한 연구 결과가 많이 보고되고 있다.

본 연구의 결과는 집단별 운동프로그램 전·후의 비교에서는 통제군은 변화가 없었고, 집단내 운동군은 1,2,3학년 모두 증가하였으나 3학년만 유의한 차이가 있었다. 물론, 1학년의 사후 결과는 2,3학년의 증가량에 비해 0.58ng/ml 정도가 증가하여 큰 차이를 나타내고 있지만 1학년이 2,3학년보다는 발육의 고조기에 있어 대상자 전체가 큰 폭으로 증가함에 따라 개인차에 따른 편차가 커 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못한 것으로 생각된다. 그러나 운동군의 운동 후 시기·학년간 주효과 비교에서

는 시기간에는 차이가 없었으나 학년간에는 1학년이 2,3학년 보다 유의하게 높게 나타나 발육이 왕성한 시기의 특징과 더불어 RT의 효과를 나타내었다.

일반적으로 혈중 GH의 참고치는 남자 16~17세는 0.12~1.41ng/ml, 18~19세는 0.10~2.16ng/ml로 본 연구의 사후 결과와 비교해 볼 때 2,3학년은 정상치(0.62~0.68ng/ml)에는 해당되지만 1학년의 경우에는 1.4ng/ml로 참고치를 상회하여 높은 분비를 보였다. 이러한 결과는 남자대학생을 대상으로 RT를 8주간 주 3회 실시한 결과 GH와 IGF-1이 유의한 증가를 가져왔다는 소재무와 서진희(2004)의 보고와 젊은 남자 선수들을 대상으로 20%RM으로 leg extension(14rep.×3set)을 실시한 결과, 근조직의 상해 없이 GH의 분비가 유의하게 증가하여 RT가 근의 전기적인 활동이나 내분비의 반응을 향상시킬 수 있다는 Takarada 등(2000)의 보고도 본 연구 결과와 유사함을 보이고 있다. 또한, Hakkinen 등(2000)은 젊은 연령층에서 더 큰 증가폭을 보여 연령에 따라 분비 능력에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 그것은 젊을수록 내분비계의 활성도가 높고, RT의 자극이 골격근 내 유산소성, 지질대사 능력의 향상을 촉진시켜 단백질 합성 능력과 무산소성 에너지 대사 작용과 관련된 요인들이 GH 분비를 촉진시키기 때문인 것으로 추측된다.

결과적으로 대부분의 RT 실시에 따른 GH 분비에 관계되는 연구들은 개인차나 프로그램의 내용(운동량·강도·동원되는 근육군·휴식 등), 피험자의 연령(Hakkinen et al., 2000; Fan et al., 1994)에 따라 다른 결과를 나타내고 있는 것 같다(김선호 등, 2001; Roennich & Togol, 1997). 또한, 1회성이거나 단기간의 변화를 알아본 보고들이 많아 RT의 실시에 따른 반응은 대부분 상반되게 나타나고 있어 명백한 효과를 확인하기는 어렵다. 물론, 장기간에 걸친 RT도 그 결과들이 상이할 수도 있겠지만 거의가 GH의 분비를 증가시켜 주는 것이 분명하다.

종합해 보면 본 연구에서는 RT를 통하여 3학년만 유의하게 증가하였지만 1,2학년도 혈중 GH 분

비가 증가되었으며, 시기·학년 간 비교 결과에서와 같이 1학년 시기가 RT를 통한 GH 증가 효과를 위한 적절한 시기인 것으로 판단된다. 본 연구를 통하여 RT 기간은 전술한 연구들보다 짧았지만 8주 동안에도 GH의 분비능을 향상시켜줄 수 있다는 가능성을 보여 주었으며, 청소년을 대상으로 한 RT에 따른 GH의 분비는 단기적이라 할지라도 청소년 시기가 발육단계의 특징상 효과적인 시기로 생각된다.

## V. 결론

B광역시 소재 일반계 고등학교 1,2,3학년 남학생 60명을 각 집단(운동군과 통제군)·학년별로 10명씩 유의추출하여 구분(출생 당해연도 6월을 기준, ±1개월 이내에 출생한 자) 하여 8주간, 주 3회, 1일 50~60분간, 60~70%RM(10~12rep.)×3sets WT를 실시하여 남자고교생들에 대한 건강관련체력, 성장호르몬의 집단별·학년별 차이를 비교 분석하여 내린 결론은 다음과 같다.

1. 건강관련체력의 %fat의 감소는 1, 3학년이 2학년보다 우수하였고, 유연성은 2, 3학년보다 1학년이, 근력/근지구력은 1, 2학년이 3학년보다 우수하였으며, LBM과 심폐지구력은 차이가 없었다.
2. 성장호르몬은 학년 간 차이가 없었다.

따라서, 학년별 건강관련체력에 대한 WT의 최대 효과는 체력은 고교 1, 3학년 시기가 최적기로 나타났다으며, GH는 학년 간 차이가 없어 그것은 고교 시기가 운동 실시 여부보다 자연발육의 영향을 더 많이 받으므로 나타난 현상이라 생각되며 향후 WT의 적시성을 바탕으로 한 장기간의 WT 실시에 대한 연구가 필요할 것으로 본다.

## 참고문헌

- 권유찬, 박재현, 윤미숙, 박상갑(2002). 근저항 트레이닝이 비만중년여성의 복부지방과 인슐린 농도에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 17, 127-136.
- 김광래(2000). 유연성 훈련이 성인의 건강체력에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 39(2), 285-293.
- 김선호, 김동희, 고영호, 김성칠, 최석준(2001). 저항성운동이 비만 여중생의 혈중지질, 성장호르몬 및 인슐린양성인자 I에 미치는 영향. **한국운동과학회지**, 10(1), 57-68.
- 김성열, 최운석, 최지호, 고희정(2003). 40대 여성에서 체지방률과 체질량지수가 폐기능에 미치는 영향. **가정의학회지**, 24, 827-832.
- 김성운(1997). 노화와 성장호르몬 치료. **제16차 대한내분비학회 춘계학술대회 논문집**, 5-9.
- 김향선, 이상은, 안의수(2001). 규칙적인 무용활동이 아동기 여아의 성장호르몬 및 IGF-I의 분비에 미치는 영향. **제83회 전국체전기념 제40회 한국체육학회 학술발표회 논문집**, 736-743.
- 박원익(2002). 24주간의 weight training과 plyometric training이 남자고교생의 체격과 체력에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 부산대학교 교육대학원.
- 박원익, 양점홍, 김미숙, 성혜련(2003). weight training의 Light-to-Heavy system과 Heavy-to-Light system이 남자고교생의 근력과 파워 능력에 미치는 영향. **제84회 전국체전기념 제41회 한국체육학회 학술발표회 논문집**, 475-484.
- 백영호, 염종우(2003). **최신운동영양학**. 부산, 제일출판사.
- 보건복지부(2000). **건강증진전략 2010: 목표전략과 전략개발**. 서울, 한국보건사회연구원.

- 소재무, 서진희(2004). 저항성 트레이닝 및 디트레이닝 동안의 성장호르몬과 IGF-1의 변화. **한국체육학회지**, 43(2), 473-481.
- 양점홍(2002a). 2002 중등체육교사 직무연수 교재. 부산: 부산광역시 교육청.
- 양점홍(2002b). **최신 트레이닝학**. 부산: 부산대학교 출판부.
- 이충일(1999). 웨이트트레이닝이 체격, 신체구성, 심박수와 근력에 미치는 효과. **한국사회체육학회지**, 11, 283-293.
- 이한용(2003). 6주간의 단체적 웨이트 트레이닝 프로그램이 신체조성에 미치는 영향. **한국운동과학학회지**, 12(1), 71-81.
- 장경태 역(2001). **저항트레이닝 프로그램**. 서울: 도서출판 대한미디어.
- 장봉우(2002). 운동강도가 성장호르몬 분비에 미치는 메타분석. **한국체육교육학회지**, 6(1), 164-177.
- 정성림, 김병로(2003). 12주간 유산소 및 근력 복합 훈련이 중년비만 여성의 체력, 신체구성 및 혈중지질 성분에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 42(3), 649-658.
- 최현희, 장명재, 남정혜, 송종국(2003). 젊은 여성들의 체지방률 수준이 심폐기능에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 20, 1369-1378.
- 황우원, 김기진(2004). 정상인과 비만인의 웨이트 트레이닝시 세트간 휴식시간 차이에 따른 혈중 지질변인 농도 및 신체구성의 변화. **한국운동과학학회지**, 13(1), 87-104.
- 芳賀脩光, 大野秀樹(2003). **トレーニング生理學**, 東京: 杏林書院.
- 小澤治夫(2004). 中高生におけるレジスキンス・トレーニングの効果. 東京: 體育の科學.
- American College of Sports Medicine.(2002). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Baechle, T.R., & Earle, R.G.(2002). **Essentials of Strength Training and Conditioning. II: Human Kinetics**.
- Boreham, C., Twisk, J., Murray, L., Savage, M., Strain, J.J. & Cran, G.(2001). Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Heart Project. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 33(2), 270-274.
- Cappa, M., Bizzarri, C., Martinez, C., Porzio, O., Giannone, G., Turchetta, A., & Calzolari, A.(2000). Neuroregulation of growth hormone during exercise in children. **Int. J. Sports Med.**, 21(2), 125-128.
- Earle, R.W., & Baechle, T.R.(2004). **NSCA's Essentials of Personal Training. II: Human Kinetics**.
- Eliakimi, A., Scheett, T.P., Newcomb, R., Mohan, S., Cooper, D.M.(2001). Fitness, training, and the growth hormone insulin-like growth factor Iaxis in prepubertal girls. **J. Clin. Endocrinol. Metab.**, 86(6), 2797-2802.
- Faigenbaum, A.D.(2000). Strength training for children and adolescents. **Clinics in Sports Medicine**, 19, 593-619.
- Fan, T.D., Molina, E., Gelato, M.C., & Lang, C.H.(1994). Differential tissue regulation of insulin-like growth factor-1 content and binding protein after endotoxin. **Endocrinology**, 134, 1685-1692.
- Field, R.(1998). How Human Sit. **The American Way**. 4(15), 28-29.
- Getchell, B., Mikesky, A.E. & Mikesky, K.N.(1998). **Physical Fitness A Way of Life**. Allyn and Bacon.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W.J.,

- Newton, R.U., & Alen, M.(2000). Basal concentrations and acute response of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J. Gerontol A. Biol. Sci.*, 55(2), 95-105.
- Heyward, V.H.(2002). **Advanced Fitness Assessment and Exercise prescription. Forth edition.** IL : Human Kinetics.
- Malina, R.M, Bouchard, C & Bar-Or, O.(2004). **Growth, Maturation and Physical Activity.** IL : Human Kinetics.
- Matsuura, Y.(1998) Contribution of present and past experience of physical activity to present status of physical fitness of middle-age peopel. Casagrande G & F Viviani(Eds) *Physical Activity and Health: Physiological, Epidemiological and Behavioral Aspects.* Padua, UNIPPESS, 65-73.
- Mota, J., Guerra S., Leandro, C., Pinto , A., Ribeiro, J.C., & Duarte, J.A.(2002). Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J. Human Biol.*, 14(6), 707-712
- Munoz-Hoyos, A., Hubber, E., Escames, G., Molina-Carballo, A., Macias, M., Valenzuela -Ruiz A, Fernandez-Garcia J.M., & Acuna-Castroviejo, D.(2001). Effect of propranolol plus exercise on melatonin and growth hormone levels in children with growth delay. *J. Pineal. Res.*, 30(2), 75-81.
- Pump, P., Verstappen, F., Gerver, W.J., & Hornstra, G.(2002). Body composition & cardiorespiratory fitness indicators in prepubescent bodys and girls. *Int. J. Sports. Med.*, 23(1), 50-54.
- Raastad, T., Glomsheller, T., Bjoro, T., & Hallen, J.(2001). Changes in human skeletal muscle contractility and hormone status during 2 weeks of heavy strength training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 84(1-2), 54-63.
- Rankin, J.W., Goldman, L.P., Puglisi, M.J., Nickols-Richardson, S.M, Earthman, C.P., & Gwazdauskas, F.C.(2004). Effect of post-exercise supplement consumption on adaptations to resistance training. *J. Am. Coll. Nutr.*, 23(4), 322-330.
- Roennich, J.N & Togol, A.D.(1997), Exercise and growth hormone; Does one affect the other?, *Journal of Pediatrics*, 131, S75-S80.
- Rubin, M.R, Kraemer, W.J., Maresh, C.M, Volek, J.S., Ratamess, N.A., Vanheest, J.L., Silvestre, R, French, D.N., Sharman, M.J., Judelson, D.A, Gomez, A.L, Vescovi, J.D., & Hymer, W.C.(2005). High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 37(3), 395-403.
- Santana, H, Zoico, E, Turcato, E, Tosoni, P, Bissoli L, Olivieri M, Bosello O, & Zamboni M.(2001). Relation between body composition, fat distribution, and lung function in elderly men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73(4), 827~831.
- Sanksen, P.H.(2001). Insulin, growth hormone and sport. *J. Endocrinol.*, 170(1), 13-25.
- Schmottlach, N., & McManama, J.(1997). **Physical Education Handbook.** Needham Heights, Massachusetts : Simon and Schuster

Company.

- Singh, M.A., Ding, W., Manfredi, T.J., Solares, G.S., ONell, E.F., Clements, K.M., Ryan, N.D., Kehayias, J.J., Fielding, R.A., & Evans, W.J.(1999). Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight lifting exercise in frail elder. *Am. J. Physiol.*, **277**, E135143.
- Suzuki, M.(1996). Dumbell exercise and Health. *The 1st International Symposium on Dumbell Exercise*. Abstract. 15.
- Takarada, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishi, N.(2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J. Aool. Physiol.*, **88(1)**, 61-65.
- Tremblay, A., Simoneau J.A. & Bouchard, C.(1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, **43(7)**, 814-818.
- Viru A.M., Hackney A.C., Valija E., Kareelson K., Janson, T. & Viru M.(2001). Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **85(6)**, 578-585.
- Woodhouse, L.J., Asa, S.I., Thomas, S.G., & Ezzat, S.(2001). Measures of submaximal aerobic performance evaluate and predict functional response to growth hormone(GH) treatment in GH-deficient adults. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **86(4)**, 1839-1840.

접 수 일 : 2008. 12. 21.

게재확정일 : 2009. 02. 06.