

[원저]

여자대학생의 건강체력 요인, 골밀도, 혈청 지질지단백성분, 스트레스 호르몬들간의 상관관계

정재현¹, 조정호¹, 이경철¹, 이종도², 신말연¹, 최혜진¹, 이지현¹, 최보인¹, 김희정¹, 김선민¹숙명여자대학교¹, 루이빌대학교²

- 요약 -

연구배경	본 연구는 여자대학생들간의 건강체력 요인, 골밀도, 혈청 지질지단백성분, 스트레스 호르몬들간의 상관관계를 규명함으로써 여자대학생들의 건강증진과 체력 향상에 필요한 기초적인 자료를 제공하는데 연구의 목적이 있다.
방 법	S여자대학교 대학생 31명을 무선추출하였고, 건강체력은 배근력, 윗몸일으키기, 앉아서 윗몸앞으로굽히기, 스텝테스트를 측정하였고, 신체조성은 생체전기 저항 분석법(BIA)을 통해 측정하였으며, 골밀도는 자동골밀도 측정장비(OSTEOSYS, SONOST-2000)를 사용하여 BUM, SOS, BQI, T-Score, Z-Score, T-Ratio, Z-Ratio를 측정하였다. 채혈을 통하여 혈청 지질지단백성분의 총콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방과 스트레스 호르몬의 에피네프린, 노르에피네프린, 코티졸, 성장 호르몬, 글루카곤, 인슐린을 분석하였다. 자료의 통계는 상관분석, 단순선행회귀분석, Durbin Watson 검정 등이 사용되었다.
결 과	여자대학생에 있어서 심폐지구력에 골밀도, 스트레스 호르몬 등이 유의한 영향을 미치는 것($p<0.05$)으로 나타났고, 근력에 골밀도가 유의한 영향을 미치는 것($p<0.05$)으로 나타났다. 또한 체지방에 스트레스 호르몬들이 유의한 영향을 미치는 것($p<0.05$)으로 나타났다.
결 론	여자대학생의 심폐지구력이 높을수록 골밀도와 스트레스 호르몬의 농도가 높게 나타남으로써 유산소 운동이 골밀도와 스트레스 호르몬에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었고, 근력과 골밀도 역시 정적인 상관관계를 보였으며, 체지방율과 스트레스 호르몬은 부적인 상관관계를 나타내었다. (대한임상건강증진학회지 2006;6(1):28~36)
중심단어	건강체력, 골밀도, 혈청 지질지단백성분, 스트레스 호르몬

서 론

현대사회는 급속한 과학문명의 발달과 산업의 기계화 현상으로 인간의 노동력이 감소하고 여가 시간이 증대되었다. 또한 경제 성장에 따른 국민 소득의 증가는 우리의 생활양식을 변화시켜 건강에 대한 인식을 높이고, 여가시간을 보람있게 보내려는 욕망을 증대시켰다. 이러한 인식의 전환에도 불구하고 많은 현대인들은 편리하고 기계화된 문명 속에서 운동부족 등으로 인한 성인병으로 고통을 받고 있다. 그렇기 때문에 신체활동은 현대

사회에서 없어서는 안될 중요한 요소로 인식되어지고 있다.

건강체력은 건강상태 유지와 신체적 활동의 긍정적 효과와 밀접한 개념이며, 또한 비활동적인 좌업 생활양식의 결과로 초래되는 병적상태, 조기 퇴행성 질환, 감염위험과 같은 생리적 상태를 반영하기도 한다.¹⁾ 사회적으로 운동능력 및 체력 수준에 커다란 관심을 보이는 것은 중년층과 고령층에 필수적으로 야기되는 비만, 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 등의 성인병 예방과 치료 등에도 효과가 있기 때문이다.²⁾

건강체력과 관련된 선행연구를 살펴보면, 운동부족에 따른 건강체력의 정도가 악화되기 시작하는 30대 이후에는 식사량이 감소되어도 체중증가와 복부비만의 현상이 나타나고 40대 중년 여성들은 체력저하가 두드러지게 나타나고, 근육량 감소와 기능저하로 인한 안정시대사율이 급격히 떨어지게 된다³⁾고 보고되어 있다.

• 교신저자 : 정 재 현 숙명여자대학교 체육학과
• 주 소 : 서울시 용산구 청파동 2가 55-12
• 전 화 : 02-710-9443
• E-mail : ttochi1980@hotmail.com
• 접수일 : 2006년 2월 20일 • 채택일 : 2006년 3월 3일

운동을 꾸준히 할 경우 운동을 하는 동안 뿐 아니라 평소 시에도 에너지 소비를 증가시킨다. 운동으로 신진대사의 기능이 높아지면서 안정시에도 각 근육에 보다 효율적으로 영양분과 혈액, 산소 등이 공급되어 체내 지방량을 줄일 수 있다. 또한 당뇨, 고혈압, 동맥경화 등 비만과 관련된 질병에 대한 예방과 치료의 효과도 있어서 체중을 줄이면서 다른 질병의 예방과 치료에도 도움을 준다.

규칙적인 운동으로 인한 체력의 증가는 골량의 증대, 골강도, 골밀도 향상에 기여함으로써 젊은 사람들의 최대 고밀도를 유지하기 위한 최상의 방법이고 나이가 들면서 골절의 위험 감소를 위해 적절한 골밀도를 유지시켜준다.⁴⁾ 골밀도의 증대에 운동 부하가 유효하다는 것은 이미 많은 연구에서 증명되었다. 예를 들면 테니스 선수의 경우 사용손 쪽의 상완골 골밀도가 사용하지 않는 쪽보다 유의하게 높다⁵⁾는 것과 배구, 농구 등 지면에 대해서 중력 부하가 큰 운동이 보행 등 중력의 부하를 적게 받는 운동보다 골밀도가 유의하게 높다는 것이 보고되었다.⁶⁾

운동은 혈청 단백질에 반응, 즉 총콜레스테롤(total cholesterol; TC) 양을 감소, 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C)을 증가, 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol; LDL-C)의 감소, 중성지방(triglycerides) 감소 등에 영향을 미치는 것으로도 보고되고 있다. 그로 인해 고지혈증, 고혈압, 당뇨, 비만 등의 성인병 위험 요인들을 개선시키고 심혈관계 기능을 향상시킴으로써 관상동맥질환 등 심혈관 질환을 예방해 줄 뿐 아니라 중년 이후에 발생하는 동맥경화증, 고혈압, 심장병 같은 심혈관계 질환 또한 활발한 신체 활동자에게서 발생률이 낮은 것으로⁷⁻⁹⁾ 보고 되었다. 선행연구에 의하면 여대생을 대상으로 운동프로그램을 실시할 경우 실시하지 않은 집단보다 운동프로그램을 실시한 집단이 건강지식 태도, 습관의 긍정적 변화에 효과적이라는 사실과 지속적인 신체활동은 안정시 심박수와 최고혈압의 감소, 그리고 혈중 지단백 콜레스테롤의 비율(TC/HDL-C)과 중성지방 등의 변화에 긍정적인 효과를 나타낸다고 보고하였다.¹⁰⁾

운동이 지속되면 내분비계의 변화가 생겨 단시간에 최대운동에 가까운 격렬한 운동을 하게 됨으로써 스트레스 호르몬이 증가하고 지구력 훈련에 의해서도 호르몬 작용이 일어난다.

스트레스 호르몬은 운동이나 환경적 스트레스에 격렬한 반응을 보이고 둘 사이에는 상호작용에 있으며, 스트레스의 강도와 기간에 영향을 받고 유기체를 통한 결과를 낳는다.¹¹⁾ 운동 강도 및 기간과 스트레스 호르몬의 관계를 보고한 연구들을 살펴보면, 육상 장거리 선수들에게 4주간의 강도를 높여가는 트레이닝 후 요중 노르에피네프린 농도가 감소하였다는 보고¹²⁾가 있다. 또한 Fry, Morton와 Keast(1991)¹³⁾는 초과 트

레이닝(overtraining)이 코티졸과 테스토스테론(testosterone)의 혈중 비율에 영향을 미친다고 보고하였으며, 중강도의 반복적인 운동을 할 때, 순환성 스트레스 호르몬의 혈장 농도가 증가한다고 하였다.

위의 내용으로 볼 때 운동은 건강체력, 골밀도, 혈청 지단백질성분과 스트레스 호르몬에 긍정적인 효과가 나타난다는 것이 선행연구들로 인하여 입증되고 있지만 여자 대학생들을 대상으로 건강체력과 골밀도, 혈청 지단백질성분, 스트레스 호르몬간의 상관관계에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

이러한 점을 고려하여 본 연구는 여자 대학생들을 대상으로 건강체력, 골밀도, 혈청 지단백질성분, 스트레스 호르몬간의 상관관계를 규명함으로써 여자대학생들의 건강증진과 체력향상에 필요한 기초적인 자료를 제공하는데 연구의 목적이 있다.

방 법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 과거나 현재에 호흡순환계 질환이 없는 것으로 판정되고, PAR-Questionnaire¹⁴⁾을 통하여 심폐기능에 이상이 없다고 판단되어진 자들로서 본 연구의 목적을 충분히 이해하고 실험참가에 지원한 S여자 대학교 대학생 31명으로 구성되었다. 신체적 특성은 표 1과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Items	n = 31
Age(years)	20.94±2.0*
Height(cm)	160.6±5.1
Weight(kg)	57.7±5.2
BMI**(kg/m ²)	22.4±1.8
Percent body fat(%)	31.7±3.7

* Values are Means±SD

** Body Mass Index

2. 연구방법

건강체력 요인의 측정 종목으로는 4가지 요인인 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성과 신체조성 요인 중 체지방을 측정하였다. 측정 전에는 5~10분간 스트레칭을 포함한 준비운동을 실시하였다. 근력 측정은 배근력계(TAKEL, T.K.K. 5102, JAPAN)로 측정하였고, 근지구력 측정은 윗몸일으키기를 1분 동안 측정하였고, 유연성 측정은 앉아서 윗몸 앞으로 굽히기 측정기(TAKEL, T.K.K. 5103, JAPAN)로 측정하였으며, 심폐지구력 측

정은 step test로 측정하여 신체효율지수(physical efficiency index: PEI)를 산출하였다. 체지방은 다주파수 부위별 방식의 생체전기 저항법(In-body 3.0, Biospace Co., KOREA)을 이용하여 측정하였다. 골밀도 측정은 자동 골밀도 측정장비(OSTEOSYS, SONOST-2000, KOREA)를 사용하여 연구대상자들이 앉은 자세에서 오른쪽 발목의 BUA, SOS, BQI, T-Score, Z-Score, T-Ratio, Z-Ratio를 산출하였다. 12~15시간 이상의 공복상태가 되는 오전 8~9시 사이에 상완정맥에서 채혈하였으며, 연구대상자들은 채혈 24시간 전부터 격렬한 신체활동 등의 급격한 생활습관의 변화를 초래하지 않도록 하였다. 채취한 혈액은 헤파린 튜브에 넣고 흔들어 섞은 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리 하였다. 총콜레스테롤, 중성지방 분석시에는 HITACHI 747 (HITACHI, Japan), HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 분석시에는 HITACHI 7150(HITACHI, Japan), 에피네프린, 소르에피네프린 분석시에는 HPLC(BIO-RAD, USA)가 사용되었고, 코티졸, 성장호르몬, 글루카곤, 인슐린의 분석시에는 v-counter (PACKARD, USA)등의 기자재가 사용되었다.

3. 자료의 통계처리

SPSS for windows version 12.0 프로그램을 활용하여 자료 분

석의 목적에 따라 전산 처리하였다. 측정항목의 평균과 표준편차를 산출하고, Kolmogorov - Smirnov(적합도) 검정을 이용하여 실험결과로 얻은 raw data의 모집단의 분포가 정규분포(normality)함을 확인하였고, 구체적인 통계기법으로는 상관분석(analysis of correlation), 단순선형회귀분석(analysis of simple linear regression)을 사용하였고, Durbin Watson 검정을 통하여 잔차 분석을 하였으며, 이때 유의수준은 0.05로 설정하였다.

결 과

1. 건강체력 요인, 골밀도, 혈청 지질지단백, 스트레스 호르몬의 다중 상관분석

여자대학생의 배근력(kg), 윗몸일으키기(회), 스텝 테스트(index), 윗몸 앞으로 굽히기(cm), 체지방률(%), BQI, T-Score, Z-Score, SOS, BUA, T-Ratio, Z-Ratio, 총 콜레스테롤(mg/dl), 고밀도 지단백 콜레스테롤(mg/dl), 저밀도 지단백 콜레스테롤(mg/dl), 중성지방(mg/dl), 에피네프린, 노르에피네프린, 코티졸, 성장호르몬, 글루카곤, 인슐린 간의 상관관계를 상관분석으로 분석한 결과는 표 2와 같다.

Table 2. The multiple correlation matrix between health-related physical fitness factors, bone mineral density, serum lipidhipoprotein, and stress hormone in college-females

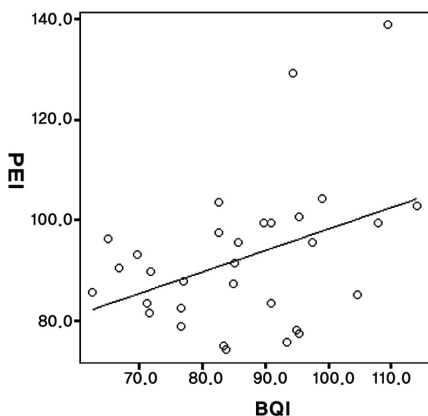
	PEI	BS	SU	TF	%FAT	BQI	TSCO	ZSCO	SOS	BUA	TRA	ZRA	TC	HDL	LDL	TG	EPI	NOR	COR	HGH	GLU	INS
PEI		0.66**	0.28	0.09	-0.11	0.40*	0.41*	0.98*	0.50**	0.09	0.29	0.29	-0.29	-0.16	-0.29	-0.25	0.19	-0.90	0.50**	0.29	0.00	-0.01
BS			0.55**	0.36*	-0.27	0.27	0.28	0.25	0.29	0.12	0.36	0.36	-0.24	-0.24	-0.17	-0.18	0.10	-0.19	0.31	0.22	-0.04	-0.27
SU				0.88	-0.39*	0.12	0.12	0.10	0.20	-0.05	0.35	0.34	-0.20	0.04	-0.24	-0.07	0.01	0.03	0.19	-0.02	-0.28	0.03
TF					-0.29	0.34	0.33	0.35	0.29	0.27	0.30	0.28	0.29	0.00	0.30	0.21	-0.30	0.02	0.16	-0.29	-0.09	-0.13
%FAT						-0.08	-0.08	-0.08	-0.13	0.03	-0.09	-0.08	0.13	0.01	0.10	0.24	0.12	-0.32	-0.39*	-0.07	-0.01	0.09
BQI							0.99**	0.99**	0.89**	0.74**	0.72**	0.72**	-0.02	0.09	0.03	-0.13	-0.05	0.36	0.46**	-0.34	-0.23	-0.11
TSCO								0.99**	0.88**	0.73**	0.73**	0.73**	-0.03	-0.10	0.02	-0.14	-0.04	-0.35	0.45*	-0.33	-0.23	-0.01
ZSCO									0.87**	0.74**	0.72**	0.72**	-0.03	-0.09	0.03	-0.15	-0.06	-0.36*	0.46**	-0.36*	-0.25	-0.11
SOS										0.32	0.62**	0.62**	-0.10	-0.13	-0.04	-0.13	-0.02	-0.22	0.53**	-0.29	-0.13	-0.08
BUA											0.55**	0.55**	0.10	-0.00	0.13	-0.07	-0.14	-0.40	0.16	-0.36	-0.29	-0.11
TRA												0.99**	0.07	-0.11	0.12	0.02	-0.17	-0.30	0.16	-0.19	-0.16	0.00
ZRA													0.05	-0.11	0.10	0.01	-0.17	-0.31	0.16	-0.19	-0.18	0.01
TC														0.32	0.96**	0.49**	-0.05	-0.10	-0.16	-0.16	-0.12	0.23
HDL															0.07	-0.26	0.20	0.14	-0.15	-0.00	-0.44*	0.20
LDL																0.47**	-0.08	-0.16	-0.09	-0.13	-0.02	0.13
TG																	-0.27	-0.04	-0.22	-0.30	0.18	0.33
EPI																		0.27	0.09	0.24	0.05	-0.10
NOR																			-0.99	-0.04	0.19	0.06
COR																				0.01	-0.15	-0.27
HGH																					0.29	-0.20
GLU																						-0.02
INS																						

* <0.05, ** <0.01, PEI: physical efficiency index, BS: back strength, SU: sit-up, TF: trunk flexion, %FAT: percent body fat, BQI: bone quality index, TSCO: T-score, ZSCO: Z-score, SOS: speed of sound, BUA: broadband ultrasound attenuation, TRA: T ratio, ZRA: Z ratio, TC: total cholesterol, HDL: high density lipoprotein cholesterol, LDL: low density lipoprotein cholesterol, TG: triglyceride, EPI: epinephrine, NOR: norepinephrine, COR: cortisol, HGH: human growth hormone, GLU: glucagon, INS: insulin.

배근력과 심폐지구력($r=0.66$), 윗몸일으키기와 배근력($r=0.55$), 유연성과 배근력($r=0.36$), 체지방률과 윗몸일으키기($r=-0.39$), BQI와 심폐지구력($r=0.40$), T-Score와 심폐지구력($r=0.41$), T-Score와 BQI($r=1.00$), Z-Score와 심폐지구력($r=0.39$), Z-Score와 BQI($r=1.00$), Z-Score와 T-Score($r=1.00$), SOS와 심폐지구력($r=0.50$), SOS와 BQI($r=0.88$), SOS와 T-Score($r=0.88$), SOS와 Z-Score($r=0.87$), BUA와 BQI($r=0.74$), BUA와 T-Score($r=0.73$), BUA와 Z-Score($r=0.74$), T-Ratio와 배근력($r=0.36$), T-Ratio와 BQI($r=0.72$), T-Ratio와 T-Score($r=0.73$), T-Ratio와 Z-Score($r=0.72$), T-Ratio와 SOS($r=0.62$), T-Ratio와 BUA($r=0.55$), Z-Ratio와 배근력($r=0.36$), Z-Ratio와 BQI($r=0.72$), Z-Ratio와 T-score($r=0.73$), Z-Ratio와 Z-score($r=0.72$), Z-Ratio와 SOS($r=0.62$), Z-Ratio와 BUA($r=0.55$), Z-Ratio와 T-Ratio($r=1.00$), 저밀도 지단백 콜레스테롤과 총콜레스테롤($r=0.96$), 중성지방과 총콜레스테롤($r=0.49$), 노르에피네프린과 BQI($r=-0.36$), 노르에피네프린과 Z-Score($r=-0.36$), 노르에피네프린과 BUA($r=-0.40$), 코티졸과 심폐지구력($r=0.50$), 코티졸과 체지방률($r=-0.39$), 코티졸과 BQI($r=0.46$), 코티졸과 T-Score($r=0.45$), 코티졸과 Z-Score($r=0.46$), 코티졸과 SOS($r=0.53$), 성장호르몬과 Z-Score($r=-0.36$), 중성지방과 저밀도 지단백 콜레스테롤($r=0.47$)간에 유의한 상관관계가 나타났다($p<0.05$).

2. 심폐지구력과 골밀도, 스트레스 호르몬과의 인과관계

PEI와 BQI와의 추정된 회귀식의 회귀계수(coefficient of regression)는 $0.43(t=2.35, p=0.03)$ 이고 절편(intercept of regression)은 $55.33(t=3.48, p=0.00)$ 이며 회귀결정계수(r-square)는 0.16 으로 나타났다. PEI와 BQI의 차이인 잔차(residual)와 표준화 잔차(standardized residual)를 Durbin Watson 검정으로 분석한 결

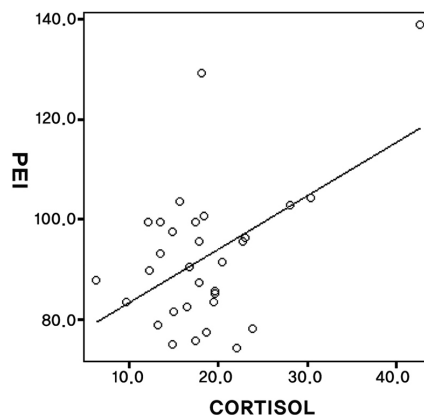


$$PEI = 0.43 * BQI + 55.33^{**}$$

$$* t = 2.35(p < 0.05)$$

$$** t = 3.48$$

Figure 1. 여자대학생의 심폐지구력과 BQI간의 단순회귀 분석결과



$$PEI = 1.08 * Cortisol + 72.67^{**}$$

$$* t = 3.08(p < 0.05)$$

$$** t = 10.72$$

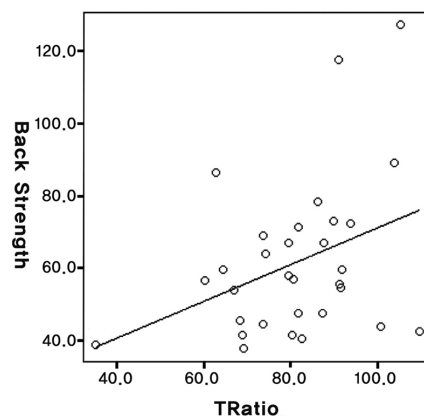
Figure 2. 여자대학생의 심폐지구력과 코티졸 간의 단순회귀 분석결과

과 2.11로 나타났다.

PEI와 코티졸 간의 추정된 회귀식의 회귀계수는 $1.08(t=3.08, p=0.00)$ 이고 절편은 $72.67(t=10.72, p=0.00)$ 이며 회귀결정계수는 0.25 으로 나타났다. PEI와 코티졸의 차이인 잔차와 표준화 잔차를 Durbin Watson 검정으로 분석한 결과 1.99로 나타났다.

3. 근력과 골밀도와의 인과관계

배근력과 T-Ratio간의 추정된 회귀식의 회귀계수는 $0.51(t=2.10, p=0.05)$ 이고 절편은 $20.58(t=1.03, p=0.31)$ 이며 회귀결정계수는 0.10 으로 나타났다. 배근력과 T-Ratio간의 차이인



$$Back Strength = 0.51 * T-Ratio + 20.58^{**}$$

$$* t = 2.10(p < 0.05)$$

$$** t = 1.03$$

Figure 3. 여자대학생의 배근력과 TRatio 간의 단순회귀 분석결과

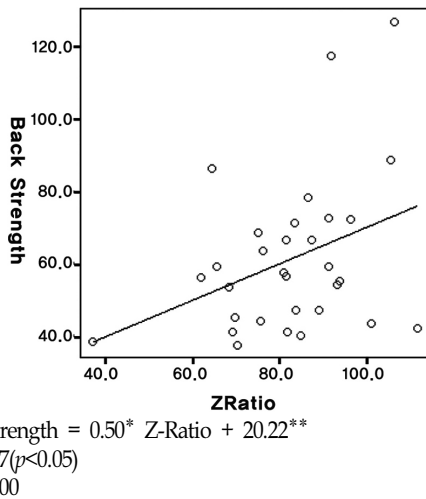


Figure 4. 여자대학생의 배근력과 ZRatio 간의 단순회귀분석결과
 잔차와 표준화 잔차를 Durbin Watson 검정으로 분석한 결과 2.34로 나타났다.

배근력과 Z-Ratio의 추정된 회귀식의 회귀계수는 0.50 ($t=2.07$, $p=0.05$)이고 절편은 20.22($t=1.00$, $p=0.33$)이며 회귀결정계수는 0.13으로 나타났다. Z-Ratio와 배근력의 차이인 잔차와 표준화 잔차를 Durbin Watson 검정으로 분석한 결과 2.35로 나타났다.

4. 체지방과 스트레스 호르몬과의 인과관계

체지방과 cortisol의 추정된 회귀식의 회귀계수는 -0.27($t=-2.29$, $p=0.03$)이고 절편은 19.31($t=19.31$, $p<0.01$)이며 회귀결정계수

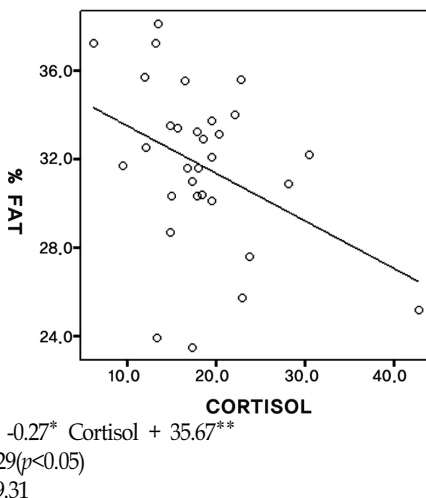


Figure 5. 여자대학생의 체지방률과 코티졸 간의 단순회귀분석결과

는 0.15으로 나타났다. 체지방과 코티졸의 차이인 잔차와 표준화 잔차를 Durbin Watson 검정으로 분석한 결과 1.74로 나타났다.

고 찰

여자대학생 31명을 대상으로 건강체력 요인과 골밀도, 스트레스 호르몬간의 관계를 분석한 결과 여자대학생의 심폐지구력을 종속변인으로 하고 BQL, T-Score, Z-Score, SOS를 독립변인으로 한 단순회귀분석에서 각각 0.16, 0.17, 0.15, 0.25의 설명력을 나타낸 회귀식이 성립됨으로써 여자대학생의 심폐지구력에 골밀도가 유의하게 영향을 미치는 독립변수로 나타났다.

심폐지구력에 관한 연구를 살펴보면 Anderson과 Haraldottir (1995)¹⁵⁾의 연구에서는 최대산소섭취량과 신체활동과의 관계는 유의하게 나타났으며, 94명의 성인을 대상으로 유산소 체력과 신체조성, 안정시 대사량, 그리고 에너지 소비량을 측정하여 상관관계를 분석한 연구¹⁶⁾에서 남성과 여성 모두 최대산소섭취량과 퍼센트 체지방률 간에는 높은 부적 상관관계가 있었고, 일상적으로 활동이 활발한 남성은 낮은 지방축적을 유지하고 있다고 보고하였다.

골밀도는 성장기에서부터 30~40세까지는 지속적인 생장이 이루어져 구조적인 성장이 완성되며 골밀도가 계속 증가되어 최대골질량이 이루어지고 견고화가 뒤따른다.¹⁷⁾

유산소 운동은 골밀도와 근육, 부피의 상실과 같은 노화의 많은 기능적 저하를 지연시킬 수 있으며, 질병 발생의 위험을 감소시킨다. 신체에 운동을 부하하면 대사가 항진되며, 체내 항상성(homeostasis)을 위하여 여러 가지 생리적 조절이 일어나고, 그 결과 노화과정에서 나타나는 뼈, 근육섬유 구성비, 신체성분 등을 중심으로 한 신체구조적 변화 등의 부정적인 변화를 개선시킬 수 있다.^{18,19)}

지금까지의 선행연구들에서 나타난 결과들을 요약해보면 유산소 운동과 골밀도의 관계에서는 운동의 형태, 기간, 그리고 강도에 따라 다르게 나타났으나 대부분의 연구에서 전반적으로 체중 부하의 유산소 운동 형태가 근골격계에 과부하를 주어 긍정적인 결과를 나타내는데 유리한 운동형태인 것으로 밝혀졌다.

본 연구에서도 심폐능력이 우수할수록 즉, 평소 적정수준의 신체활동을 통해 심폐가 단련되어 있는 경우 골밀도에서도 좋은 수치를 나타냄으로써 규칙적인 신체활동이 여자대학생의 골밀도 증가에 효과적임을 알 수 있다.

여자대학생의 심폐지구력을 종속변인으로 하고 코티졸을 독립변인으로 한 단순회귀분석에서 0.25의 설명력을 나타낸

회귀식이 성립됨으로써 여자대학생의 심폐지구력에 스트레스 호르몬 중 하나인 코티졸이 유의하게 영향을 미치는 독립변수로 나타났다.

Winder, Hagberg, Hickson, Ehsani와 McLane²⁰⁾이 6명의 비선수군을 대상으로 7주간 격일로 30~50분간 강한 신체훈련 후 자전거 에르고미터 검사를 실시한 결과 운동중 혈장 카테콜라민 농도가 유의하게 감소되었다고 보고하였고, Bloom²¹⁾은 훈련자와 비훈련자를 대상으로 VO_2max 30, 45, 60, 75%의 운동결과, 훈련집단에서 카테콜라민 농도의 유의한 감소를 보고한 바 있다. 코티졸은 운동 중 해당 과정에 중요한 역할을 한다. 혈청 코티졸의 수준은 운동 강도와 운동시간에 모두 의존하며, VO_2max 의 60%이상의 지구성 운동과 저항성 운동 모두에 반응하여 증가한다. 카테콜라민과 달리 코티졸 농도는 운동 후에 즉시 감소하지 않고 일정 시간 동안 증가된 수준을 유지하며, 운동 지속 시간이 길수록 이러한 경향은 더욱 강하다.²²⁻²⁴⁾ 박성태²⁵⁾의 연구에 의하면 혈중 코티졸 농도는 운동 강도가 높을수록 코티졸 농도가 높으며, 특히 85%의 운동강도에서의 코티졸 농도는 운동 직후와 회복기에 모두 50% 강도보다 높게 나타났다고 보고된 바 있고, 회복기 90분에는 85% 강도에서만 안정시 보다 17.6%의 증가를 나타내어 고강도 운동에서 코티졸의 분비가 급격히 증가하고 회복기에도 안정시 수준보다 높게 나타난다는 Deschenes 등²³⁾의 연구와도 일치하였다.

위의 선행연구들을 요약해보면 스트레스 호르몬은 운동의 시간과 형태, 강도 등에 유의한 영향을 받고있을 뿐만아니라 운동시 훈련자에 비해 비훈련자의 경우 스트레스 호르몬의 농도가 높게 나타난다는 것을 알 수 있었다. 그러나 안정시의 코티졸 농도에 관한 연구에서 Luger, Kovarik, Stummvoll과 Urbanska²⁶⁾은 훈련자가 비훈련자에 비해서 안정시 코티졸 농도가 더 높았으며 혈장 코티졸은 심폐계, 대사작용 및 근육에 커다란 영향을 미친다고 보고하였다.

본 연구에서도 심폐지구력이 우수한 경우 안정시 코티졸의 농도가 높게 나와 선행연구의 결과를 뒷받침하고 있다.

여자대학생의 배근력을 종속변인으로 하고 T-ratio, Z-ratio를 독립변인으로 한 단순회귀분석에서 각각 0.10, 0.13의 설명력을 나타낸 회귀식이 성립됨으로써 여자대학생의 근력에 골밀도가 유의하게 영향을 미치는 독립변수로 나타났다.

골밀도와 근력과의 관계를 살펴보면, 근육의 수축은 골에 물리적인 스트레스를 제공하여 골밀도의 증가에 도움을 주는데 신체활동과 관련해 가장 많은 물리적 스트레스를 받는 부위에서 가장 뚜렷한 증가를 보인다고 한다. Huddleston과 Rockwell²⁷⁾은 테니스 선수들이 주로 사용하는 팔의 골밀도가 주로 사용하지 않는 팔의 골밀도 보다 높았다고 하였다. 또

한 Zimmermann, Smidt, Brooks, Kinsey와 Eekhoff²⁸⁾은 폐경 이후 여성에 있어서 신체 각 부위의 근육이 발휘하는 힘은 그러한 근육과 기능적 또는 해부학적으로 관련된 골의 골밀도와 유의한 상관관계가 있다고 하였다. 김수미²⁹⁾는 운동군의 경우, 요골의 골밀도는 근력과 유의한 상관관계가 있다고 보고한바 있으며, 특히 악력과 왼쪽 신전근의 peak torque와 유의한 상관관계가 나타났다고 하였다. 또한 요골의 골밀도를 유의하게 예측할 수 있는 인자는 악력이라 주장하며 요추는 오른쪽과 왼쪽 신전근의 peak torque와 유의한 상관을 보이고, 왼쪽 신전근의 peak torque가 요추의 골밀도를 유의하게 예측할 수 있는 인자로 나타났으며, 대퇴는 오른쪽 신전근의 peak torque와 유의한 상관을 보인점 등으로 미루어 보아 골밀도는 근력과 높은 상관이 있음을 알 수 있다.

본 연구에서도 배근력과 골밀도가 정적인 상관관계를 나타내어 여자대학생의 경우에도 운동 또는 규칙적인 신체활동을 통한 근력의 보강이 골의 밀도를 증가시키는 방법임을 예측할 수 있다.

여자대학생의 체지방률을 종속변인으로 하고 코티졸을 독립변인으로 한 단순회귀분석에서 0.15의 설명력을 나타낸 회귀식이 성립됨으로써 여자대학생의 체지방률에 스트레스 호르몬중 하나인 코티졸이 유의하게 영향을 미치는 독립변수로 나타났다.

운동은 인체의 교감 신경계를 활성화시켜 부신선(adrenal gland)과 교감신경계에서 스트레스호르몬이 분비된다. 장기간 스트레스에 처한 경우 뇌 조직 각 부위에서 신경전달물질의 대사 변화를 유발하는데, 이과정은 스트레스를 받으면 도파민(dopamine)대사가 항진되고, 세르토닌(serotonin)의 합성과 분비 증가 및 카테콜라민(catechoamine)의 증가, 그리고 부신 피질 호르몬 분비를 크게 증가시켜 코티졸 분비를 자극한다. 스트레스 호르몬 변화에서 코티졸 농도의 변화를 살펴본 선행연구에 의하면 트레이닝이 그 농도를 증가시켰다³⁰⁾는 연구와 운동에 의해 감소되었다³¹⁾는 연구, 그리고 변화가 없다는 연구³²⁾등 다양한 결과가 보고되고 있는 가운데 서해근³³⁾은 지구성 트레이닝 후 코티졸 호르몬의 상승을 가져왔다는 연구 결과를 보고하였다. 이것은 혈장에서의 코티졸 제거속도가 부신피질에서의 코티졸 분비속도 보다 느리기 때문이라고 결론지을 수 있을 것이다.

본 연구에서는 체지방률이 높을수록 즉, 신체의 활동성이 낮을수록 코티졸의 농도는 낮은 것으로 관찰되었는데, 이는 다양한 코티졸 선행연구 중 비훈련자의 경우 안정시 코티졸의 농도가 더 낮았다는 연구³⁴⁾와 일치하는 것으로 지질분해를 유도하는 코티졸의 농도가 적정 체지방률을 보유한 사람에게서 더 높게 나타남을 알 수 있다.

여자대학생들의 건강체력 향상과 적절한 골밀도, 신체조성, 스트레스 호르몬 유지에 적합한 운동 프로그램의 개발과 올바른 생활정보의 고급화 및 확산이 필요한 것으로 사료되며 이와 관련하여 더 많은 대상자의 체력상태 및 신체조성, 스트레스 호르몬 등을 고려한 다각적인 연구가 필요할 것이라고 제안한다.

참고문헌

- Pruitt, B.E, J.J. Stein. *Health Styles, Decisions for Living Well* (2nd). Boston, MA: Allyn and Bacon. 1999.
- LaCroix, A.Z, Guralnik, J.M, Berkman, L.F, Wallace, R.B, Satterfield, S. Maintaining mobility in late life. II. Smoking, alcohol consumption, physical activity, and body mass index. *Am. J. Epidemiol.*, 1993; 137(8):858-69.
- 이원제, 김병수, 주성범. 복합 유산소 운동이 40대 여성의 신체조성, 체력 및 혈중지질에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 2001;15(1): 697-705.
- Smith, E.L, Reddan, W, Smith, P.E.. Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in ages women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1981;13:60-64.
- Haapasalo, H, Kannus, P, Sievanen, H, Pasanen, M, Uusi-Rasik, Heinonen, A, Oja P, Vuori, I. Effect of long-term unilateral a activity on bone mineral density of female junior tennis plays. *J. Bone Miner. Res.* 1998;13(2):310-319.
- Risser, W, Lee, E.J, LeBlanc, A, Poindexter, H.B, Risser, J.M, Schneider, V. Bone density in eumenorrheic female college athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1990;22(5): 570-574.
- 김형묵. 웨이트 트레이닝이 노인의 근력, 신체조성과 혈중지질에 미치는 영향. *한국체육대학교 대학원 박사학위논문*. 1997.
- ACSM. Exercise for patients with coronary artery disease. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1994;26:i-v.
- Cooper, K.H.. *The Aerobics Program for Total Well-being*. M. Evans and Co. Inc. 1982.
- 김도희. PRECEDE유형에 의한 건강 프로그램이 성인의 운동에 대한 지식, 태도, 습관과 혈중 지질 수준치에 미치는 영향. *한국체육대학교 대학원 박사학위논문*. 1992.
- Francesconi, R.P, Sawka, M.N, Dennis, R.C, Gonzalez, R.R, Young, A.J, Valeri, C.R.. Autologous red blood cell reinfusion: effects on stress heat. *Aviat. Space Environ Med.* 1988;59(2):133-137.
- Shephard, R.J, Thomas, S, Weller, I. The canadian home fitness test-1991 update. *Sports Med.*, 1991;11(6):358-366.
- Lehmann, M, Foster, C, Keul, J. Overtraining in endurance athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1993;25(7):854-862.
- Fry, R.W, Morton, A.R, Keast, D. Overtraining in athletes, An update. *Sports Med.* 1991;12(1):32-65.
- Shephard, R.J, Thomas, S, Weller, I. The canadian home fitness test-1991 update. *Sports Med.*, 1991;11(6):358-366.
- Andersen, L.B, J. Haraldsdottir. Coronary heart disease risk factors, physical activity and fitness in young dances. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1995;27:158-163.
- Kriketos, A.D, Sharp, T.A, Seagle, H.M, Peters, J.C, Hill, J.O. Effects of aerobic fitness on fat oxidation and body fatness. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000;32(4):805-811.
- Heaney, R.P, Gallagher J.C, Neer, R, Parfitt A.M, Whedon, G.D. Calcium nutrition and bone health in elderly. *Am J. Clin Nutr.*, 1982;36:98-1013.
- Van Bortel, M.P, Pass, F.W, Houx, P.J, Adam, J.J, Teeken, J.C, Jolles, J. Aerobic capacity and cognitive and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1997;29(10): 1357-1365.
- Shephard, R.J. Exercise and aging: extending independence in older adults. *Geriatrics.*, 1993;48(5):61-4.
- Winder, W.W, Hagberg, J.M, Hickson, R.C, Ehsani, A.A, McLane, J.A. Time course of sympathoadrenal adaptation to endurance exercise training in man. *J. Appl. Physiol.*, 1978;45(3):370-374.
- Bloom M.. Should the health of presidential candidates be a campaign issue? *Med. World News*, 1976.
- Keast, D, K. Cameron, A. R. Morton. Exercise and immune response. *Sports Med.*, 1988;5:248-267.
- Kjaer, M. Epinephrine and some other hormonal reference to exercise in man: with special reference to physical training. *Int. J.*, 1989;10:12-15.
- Deschenes, M.R, Kraemer, W.J, Maresh, C.M, Crivello, J.F. Exercise-induced hormonal changes and their effects upon skeletal muscle tissue. *Sports Med.* 1991;12(2):80-93.
- Brenner, I, P. N. Shek, J. Zamecnik, R. J. Shephard. Stress Hormones and the Immunological Responses to Heat and Exercise. *Int. J. Sports Med.*, 1998;19:130-143.
- 박성태. 다양한 강도의 운동이 면역 세포와 스트레스 호르몬 및 산화적 스트레스에 미치는 영향. *서울대학교 대학원, 박사학위 논문*. 2004.
- Luger, A, Kovarik, J, Stummvoll, H.K, Urbanska, A. Blood-membrane interaction in hemodialysis leads to increased cytokine production. *Kidney Int.*, 1987;32(1):84-88.
- Huddleston, A.L, Rockwell, D. Bone mass in lifetime tennis athletes. *JAMA*, 1980;224:1107-1109.
- Zimmermann, C.L, Smidt, G.L, Brooks, J.S, Kinsey, W.J, Eekhoff, T.L. Relationship of extremity muscle torque and bone mineral

- density in postmenopausal women. *Phys. Ther.*, 1990;70(5):302-309.
31. 김수미. 중년여성들에 있어서 신체조성, 최대산소섭취량 및 근력과 골밀도와의 상관관계. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문. 1999.
32. Heitkamp, H.C, Schulz, H, Rocker, K, Dickhuth, H.H. Endurance training in females: changes in beta-endorphin and ACTH. *Int .J. Sports Med.* 1998;19(4):260-264.
33. Lehmann, M, Foster, C, Keul, J. Overtraining in endurance athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1993;25(7):854-862.
34. Kraemer, P, Lederhofer, R, Schnakenberg, J, Stieve, H. A simple explanation for the large and widely differing time exponent of the initial response of limulus photoreceptors. *J. Gen. Physiol.*, 1989;94(6):1117-1120.
35. 서해근. 장기간 런닝 운동이 중년여성의 지질 및 지단백과 스트레스 호르몬에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 2004;22:719-729.
36. Luger, A, Deuster, P.A, Kyle, S.B, Gallucci, W.T, Montgomery, L.C, Gold, P.W, Loriaux, D.L, Chrousos, G.P. Acute-hypothalamic-pituitary-adrenal responses to the stress of treadmill exercise. Physiologic adaptations to physical training. *N. Engl. J. Med.*, 1987;316(21):1309-1315.

[Abstract]

The Relationships between Health-related Physical Fitness, Bone Mineral Density, Serum Lipidlipoprotein Profiles and Stress Hormone in College Females

Jae Hyun Jung¹, Jung Ho Joo¹, Kyung Chul Lee¹, Chong Do Lee², Mal Ryun Shin¹,
Hea Jin Choi¹, Ji Hyun Lee¹, Bo In Choi¹, Hee Jung Kim¹, Sun Min Kim¹

Sookmyung Woman s University¹, University of Louisville²

Background	The purpose of this study was to investigate the relationship between health-related physical fitness, bone mineral density, serum lipidlipoprotein profiles and stress hormones in college females to provide the basic information for health promotion and improvement of physical fitness in college females.
Methods	Thirty-one college females were randomly selected for this study. Health-related physical fitness was determined by measuring back strength, sit-up, trunk flexion, step-test and body composition. Bone mineral density such as BUM, SOS, BQL, T-Score, Z-Score, T-Ratio and Z-Ratio were also measured by SONOST-2000. Use blood-gathering analysed about total cholesterol, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol, triglyceride of serum lipidkipoprotein profiles and epinephrine, norepinephrine, cortisol, growth hormone, glucagon, insulin of stress hormone. Analysis of Multiple Correlation, Analysis of Simple Linear Regression and Dubin Watson Test were applied for the statistical analysis using SPSS 12.0.
Results	This results showed that cardiopulmonary endurance was significantly associated with bone mineral density, and stress hormone($p<.05$), muscular strength was significantly associated with bone mineral density($p<.05$), and percent body fat was significantly associated with stress hormone($p<.05$)in college females.
Conclusions	It was found that cardiopulmonary endurance is in propotion to bone mineral density, and stress hormone concentration in college females. It means that aerobic activities have positive effect to bone mineral density, and stress hormone. Muscular strength is also in propotion to bone mineral density, and percent fat is in reverse propotion to stress hormone. (Korean J Health Promot Dis Prev 2006 ; 6(1) : 28~36)
Key words	health-related physical fitness, bone mineral density, serum lipidlipoprotein profiles, stress hormone

• Address for correspondence : **Jae Hyun Jung**
Sookmyung Woman's University
• Tel : 02-710-9443
• E-mail : ttochi1980@hotmail.com