

Original Article **생활 스트레스에 대한 심박변이와 혈청 코티졸과의 관계**

대전보건대학교 임상병리과
신숙희

Relationship between Heart Rate Variability (HRV) and Serum Cortisol Level to Life Stress

Sook Hee Shin
Dept of Clinical Laboratory Science, Daejeon Health Sciences College

Purpose	The physiological and biochemical responses of healthy men and women to life stress were measured in order to investigate the correlation between these two responses under the normal situation.
Materials and Methods	The population of the research is some randomly chosen health college students located in Daejeon City during the period from August to September 2014, and the sample of 94 students. Heart rate variability (HRV), blood pressure (BP) were selected as physiological stress indices and serum cortisol level was used as a biochemical stress biomarker. The data which is collected used SPSS19.0 programs and frequency and percentage and T-test, correlation.
Results	Male showed the significant higher value of serum cortisol level ($p<0.05$), BP ($p<0.05$), and LF/HF ratio of HRV ($p<0.05$) than female. The difference of BP between correlated significantly with serum cortisol level ($p<0.05$). The LF/HF ratio of HRV also correlated significantly with serum cortisol level ($p<0.05$)
Conclusion	We suggest that LF/HF ratio of HRV and BP may be good indices for the assessment of life stress.
Key Words	Life stress, Serum Cortisol, HRV, LF/HF ratio

서론

스트레스란 한 개체가 직면하는 문제들을 해결 할 수 없을 때 생기는 일종의 불안이나 불쾌한 신체감정 반응을 의미하며 생화학적·생리학적·심리적·행동학적 변화를 수반한다.¹⁾ 생활스트레스(Life stress)는 생활환경에서의 혼란이 개인의 항상성(homeostasis) 유지를 위협 할 때 이러한 위협에 충분히 대처하지 못하여 경험하는 상태를 의미하는 것으로 우리는 매일 일상생활 속에서 스트레스를 받으며 살아가고 있다.²⁾ 이러한 생활 속에서 일어나고 있는 많은 사건들이 어느 정도는 학생들에게 스트레스를 느끼게 한다.³⁾ 대학생들이 대학생활에서

가장 많이 경험하는 심리적인 스트레스는 학업, 인간관계, 진로, 취업 등인 것으로 나타났으며 우리나라 대학생들은 주로 학업과 진로문제, 대인관계로 인한 갈등을 가장 많이 겪고 있는 것으로 나타났다.⁴⁾ 일상생활에서 경험하는 다양한 사건들은 모두 스트레스요인으로 작용하여 스트레스인자에 노출되면 인체는 이에 적응하기 위해 교감신경계를 활성화 시키고 부교감신경계의 자극을 억제함으로써 심장박동의 증가, 혈압 증가, 발한, 근육긴장, 위장 운동 감소, 면역억제 반응 등과 같은 다양한 생리적 변화를 보인다.⁵⁾ 인간의 스트레스반응은 광범위하고 종합적으로 나타나는 현상이지만 일반적으로 심리적, 행동적, 신체적인 반응으로 나누어서 측정과 평가를 할 수 있다.⁶⁾ 스트레스가 계속되면 신체적인 반응으로는 시상하부 앞쪽에서 코르티코트로핀 방출호르몬(CRF)을 방출하고 이 때 뇌하수체는 ACTH를 분비시켜 부신피질을 자극하면 부신 피질에서는 코티졸(cortisol)이란 호르몬을 분비한다.⁷⁾ 생리 신호인 심박변이는 교감신경과 부교감신경의 활동성을 나타

• Received: September 29, 2014. Accepted: October 22, 2014.
• Corresponding author : **Sook Hee Shin**
Dept of Clinical Pathology Laboratory Science, Daejeon Health Sciences College 21 Chungjeong-ro, Dong-Gu, Daejeon 300-711, Korea
Tel: +82-42-670-9167, Fax: +82-42-670-9582
E-mail: shshin@hit.ac.kr

Table 1. T-test result of HRV, BP and cortisol level in subjects (mean (SD), ns=not significant)

	all subjects	Male	Female	t-test
Cortisol	11.22 (4.95)	13.71 (4.78)	10.46 (4.78)	p<0.01
BP_sys ¹⁾	121.4 (17.7)	133.3 (16.7)	117.8 (16.5)	p<0.01
BP_dia ²⁾	77.7 (11.5)	81.7 (13.6)	76.4 (4.7)	ns
LF/HF	2.08 (1.82)	3.09 (2.25)	1.77 (1.56)	p<0.01

¹⁾BP_sys : systolic blood pressure

²⁾BP_dia: diastolic blood pressure

내는 지표로 심장박동 간의 변화를 의미하며 안정 상태일수록 더 크고 복잡한 형태를 나타내며 운동을 하거나 스트레스 상태일 때는 규칙적이고 일정한 형태를 나타내기 때문에 심장의 자율신경 조절 상태를 객관적으로 평가할 수 있다.⁸⁾ 따라서 본 연구에서는 일상적인 생활을 하는 대학생 집단을 대상으로 생화학적 반응으로서 스트레스 호르몬인 코티졸 측정과 생리적인 스트레스 반응으로서 여러 가지의 생리신호 중에 혈압 (blood pressure)과 심박변이도(heart rate variability, HRV)를 측정하여 스트레스 반응 수준을 측정하여 생물학적 지표들과의 상관관계를 분석하고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 대상

2014년 8월부터 9월 까지 대전지역 D대학의 학생을 대상으로 실시하였다. 피실험 대상자는 94명으로 남자는 22명, 여자는 72명 이었다.

2. 검사방법

스트레스 호르몬인 코티졸 측정은 혈청을 이용하였다. 일 내변동을 줄이기 위해 피실험자 전원이 동일한 시간대에 채혈을 하여 혈청분리를 하였고 심박변이도 역시 일내 변동의 영향을 통제하기 위해 오후 5시에서 8시 사이에 실시하였으며 의자에 앉은 상태에서 5분간 측정하였다. 혈청 코티졸 (cortisol)측정은 RIA 법을 이용하여 측정하였고 검사키트 (Cortisol kit, SIEMENS)내 설명서의 권고사항을 준수하여 실시하였다. 생리신호 중 혈압은 안정 상태에서 자동혈압계를

Table 2. The correlation coefficient of BP, LF/HF and serum cortisol level in all subjects

	Cortisol	BP_sys ¹⁾	BP_dia ²⁾	LF/HF
Cortisol	1	0.343**	0.334**	0.221*
BP_sys ¹⁾		1	0.656**	0.143
BP_dia ²⁾			1	0.197
LF/HF				1

**p<0.01 *p<0.05

이용하여 측정하였고 심박변이도는 LAXTH사 장비를 이용해 측정된 데이터를 수집하여 자체 분석시스템인 TeleScan 3.0을 사용하여 분석하였다.

3. 분석방법

측정된 결과는 SPSS 19.0 program을 이용하여 코티졸과 심박변이도, 혈압과의 상관계수와 독립표본 t-검정으로 비교분석하였고 상관성을 확인하였다(유의수준 p<0.05).

결 과

1. 전체 실험자 및 남녀 집단별 평균 및 표준편차, 남녀 집단 간의 차이를 보기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 실험 대상군 전체 94명의 혈청 코티졸의 농도는 평균 11.22 ng/mL 이었고 최저농도 3.6 ng/mL에서 최고 23.3 ng/mL의 분포를 나타냈다. 남녀 집단을 나누어 분석하면 남자가 13.71 ng/mL 으로 여자 10.47 ng/mL보다 유의하게 높았다(p<0.05). 생리신호 중 혈압을 남녀 집단으로 구분하여 분석한 결과 수축기혈압 평균 이 남자가 133 mmHg로 여자 117 mmHg보다 유의하게 높았다(p<0.05). 확장기 혈압의 평균은 남자가 81 mmHg로 여자의 76.4 mmHg 보다 높았으나 유의하지 않았다. 심박변이도 중 교감신경 활동을 보여주는 LF/HF ratio 비도 남자가 3.09 로 여자 1.77 보다 유의하게 높게 나타났다(p<0.05)(Table 1).

2. 코티졸 농도와 LF/HF ratio, 혈압과의 상관관계를 전체, 남자, 여자로 구분하여 변수간의 pearson 상관계수를 구하였다(Table 2).

전체 대상자를 대상으로 한 코티졸 농도와 LF/HF ratio를 측정된 결과 y=0.6x+9.976, R²=0.049, 상관계수는 0.21 (p<0.05)로 유의하였고 남녀 집단으로 구분하여 분석한 결과 남자의 경우는 0.15 이고 여자는 0.14로 유의하지 않았다. 전체 대상자를 대상으로 한 코티졸 농도와 수축기 혈압의 상관계수는

Table 3. The correlation coefficient of BP,LF/HF and serum cortisol level in male

	Cortisol	BP_sys ¹⁾	BP_dia ²⁾	LF/HF
Cortisol	1	0.300	0.168	0.151
BP_sys ¹⁾		1	0.628**	0.034
BP_dia ²⁾			1	0.023
LF/HF				1

0.34이었고 확장기 혈압은 0.33으로 모두 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 남자를 대상으로 한 코티졸 농도와 수축기 혈압의 상관계수는 0.3이었고 확장기 혈압은 0.16으로 유의하지 않았다. 여자를 대상으로 한 코티졸 농도와 수축기 혈압의 상관계수는 0.26이었고 확장기 혈압은 0.34로 유의하였다($p < 0.05$) (Table 3, 4).

결론

본 연구를 통해 스트레스 호르몬인 코티졸 측정과 심박변이도(heart rate variability, HRV)에서 LF/HF ratio를 측정하여 상관관계를 비교분석한 결과 전체 피험 대상자에서 유의한 상관관계가 있었으며 남녀 집단을 구분하여 분석한 결과 남녀 간의 유의한 차이가 있었다. 전체 피험 대상자에서 코티졸 측정과 생리신호 중 혈압을 측정하여 상관관계를 비교분석한 결과에서 유의한 상관관계가 있었으며 남녀 집단을 구분하여 분석한 결과에서 수축기 혈압에서 유의한 차이가 있었다.

고찰

코티졸은 스트레스 호르몬으로 알려져 있어 개인의 스트레스 상태를 평가하기 위해 이용되는 생화학적 지표 중의 하나로 혈액이나 타액을 채취하여 측정한다. 혈액을 채취하여 혈청을 분리하여 측정하였으며 채혈로 인한 급성 스트레스의 영향을 최소화하기 위해 숙련된 임상병리사에 의해 채혈하였으나 채혈로 인한 영향을 완전히 차단하지는 못하였으리라고 생각된다. 교감과 부교감신경의 출력의 변이는 심박수의 박동간 변동을 유발하고 심박수 변동은 시간 및 주파수 영역으로 평가한다. 특히 주파수 영역에 대한 분석은 부교감신경과 교감신경의 심장조절을 분리하여 파악할 수 있다. 고주파 영역 0.15~0.41Hz (HF; high frequency)의 심박수 변동이 커지면 부교감신경의 활동성이 증가한다. 저주파 영역 0.04~0.15Hz (LF; low frequency)의 심박수 변동성이 커지면 교감신경의 활동성이 증가하거나 교감신경과 부교감신경의 활동성 조절

Table 4. The correlation coefficient of BP,LF/HF and serum cortisol level in female

	Cortisol	BP_sys ¹⁾	BP_dia ²⁾	LF/HF
Cortisol	1	0.343**	0.334**	0.221*
BP_sys ¹⁾		1	0.656**	0.143
BP_dia ²⁾			1	0.197
LF/HF				1

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

능력이 커진다. 본 연구에서는 심박수 변이 중 교감신경의 활동성을 나타내는 지표로 LF/HF ratio를 활용하였다. 코티졸과 심박변이, 코티졸과 혈압과의 상관관계는 미약하나 통계적으로 유의하게 나타났다. 남녀 집단을 구분하여 분석한 결과 남자에서 여자보다 코티졸 농도가 높았으며 혈압과 LF/HF ratio가 유의한 차이가 있었다. 본 연구에서는 일반적으로 여성이 남자와 비교하여 다양한 스트레스인자에 대해 더 많은 코티졸 반응을 보인다는 연구와는 다른 결과를 보였다.⁹⁾ 코티졸은 급성 상황에서의 스트레스 수준을 평가하는 객관적 지표로 사용될 수는 있으나 생활 스트레스 수준 평가는 적합하지 않다는 연구도 있으며 남자에서 코티졸 농도가 여자보다 높은 것으로 보아 심리적, 신체적으로 다소 많은 급성 스트레스에 노출되어 있음을 알 수 있다.¹⁰⁾ 스트레스에 대한 심리적 반응과 생화학적 반응과의 관계에 대한 연구에서는 정상인은 생화학적 지표와 자기보고식 심리적 지표들과의 상관성은 유의하지는 않으나 높은 생활 스트레스를 경험하는 조건에서는 상관성이 의미있게 높아서 코티졸이 정량적으로 스트레스의 수준을 더 정확히 나타낼 수 있다고 보고하였다.¹¹⁾ 남녀 간에 자율신경계 조절에 차이가 있다는 연구보고가 있으며¹²⁾ 여자는 남자에 비해 HF가 더 높고 50세부터 HF가 감소하는데 반해, 남자는 여자에 비해 LF가 더 높고 60세부터 감소하며, 60세 이후에는 성별 차이가 거의 없어진다. 나이가 증가함에 따라 심박변이도의 절대값(TP, LF, HF)은 감소하지만 상대값(LF/HF ratio, LF%, HF%)은 남자에서는 큰 차이가 없고, 여자에서는 HF값이 50세부터 점차 감소하고 LF/HF ratio도 변화한다. 50세 상대적 미만의 여자는 남자에 비해 부교감신경계의 활성도가 더 높으며 50세 이후 이러한 부교감신경계의 우세가 사라진 것은 에스트로겐이 심혈관계의 부교감신경 기능을 촉진하는 효과에 의한 것으로 보고 있다.¹³⁾ 폐경 전기 여자에서는 초기 스트레스 시에는 여성 호르몬의 영향으로 부교감신경이 교감신경에 대해 길항작용을 하여 혈압 상승을 억제한다는 연구보고가 있다. 반면 남자와 폐경 후 여자에서는 이와 같은 자율신경계의 일정한 변화를 볼 수 없다. 남자의 경우 고혈압의 발생과 진

행 과정에서 자율신경계의 반응이 여자와 달라서 혈압 상승 요인이 있을 때 여자에서와 같은 부교감신경계의 완충 작용이 없이 교감신경계가 흥분하고 혈압이 쉽게 상승한다. 자율신경계에 영향을 주는 요인으로는 연령, 성별, 흡연, 음주, 비만, 스트레스 외에도 자세, 호흡 수, 일중 변동, 활동량, 약물, 만성 질병 등 많은 요인들이 영향을 준다고 알려져 있으며 본 연구의 제한점으로 그러한 요인들을 모두 통제하지 못하여 연구 결과에 여러 가지 혼란 변수들이 개입되었을 것으로 생각된다.¹⁴⁾ 향후 연구에서 타액의 코티졸농도와 혈청 코티졸 농도를 비교 분석하여 영향을 최소화할 수 있는 검체를 사용해야 할 것으로 생각된다. 생활 스트레스의 정량적 평가는 심리적, 행동적, 신체적인 스트레스반응을 측정하여 종합적으로 분석하여야 하나 현실적으로 제약이나 어려움이 많다. 본 연구결과로 볼 때 스트레스로 인한 전반적인 변화를 완전히 반영하는 데에는 한계가 있으나 코티졸과 혈압, LF/HF ratio (HRV)는 비교적 간편하게 자율신경계의 기능을 측정하여 스트레스를 정량 평가하는 도구로 활용 가능할 것으로 사료된다.¹⁵⁾ 스트레스는 본질적으로 광범위하고 추상적이며 주관적인 내용들을 포함하고 있어 그 측정이 매우 어려운 특징이 있지만 스트레스 요인과 개체의 반응, 생리적 변화와 질병발생의 관련성 및 기전을 밝히기 위해서는 스트레스를 정량화할 수 있는 정확하고 신뢰성 있는 평가방법에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

요 약

일상생활에서 경험하는 다양한 사건들은 모두 스트레스인자로 작용하여 이에 대한 대처가 부적절하면 인체의 항상성이 파괴되어 정신 및 신체질환의 발생에 영향을 주며 인체의 면역반응에 부정적인 영향을 주어 질병에 대한 대처능력을 떨어뜨려 다양한 만성질환에 대한 감수성을 높일 수 있다. 스트레스에서 내분비학적 및 생화학적 반응을 이용하는 근거는 신체 대부분의 시스템이 스트레스 중 변화하고 이런 변화를 나타내는 생물학적 지표가 스트레스와 관련된다는 근거에 의해 신체적 반응에 대한 생화학적 반응으로서 스트레스 호르몬인 코티졸 측정과 생리적인 스트레스반응으로서 여러 가지의 생리신호 중에 혈압(blood pressure)과 심박변이도(heart rate variability, HRV)를 측정하여 스트레스 반응 수준을 측정하여 상관관계를 분석하였다. 전체 94명의 피실험 대상자의 혈청 코티졸의 농도는 평균 11.22 ng/mL 이었고 최저 3.6ng/mL에서 최고 23.3 ng/mL의 분포를 나타냈다. 남녀 집단을 나누어 분석하면 남자가 13.71 ng/mL 으로 여자 10.47 ng/mL 보다 유의하게 높

았다($p<0.05$). 생리신호 중 혈압을 남녀 집단으로 구분하여 분석한 결과 수축기혈압 평균이 남자가 133 mmHg으로 여자 117 mmHg보다 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.05$). 확장기혈압의 평균은 남자가 81mmHg로 여자의 76.4 mmHg 보다 높았으나 유의하지 않았다. 심박변이도 중 교감신경 활동을 보여주는 LF/HF ratio 비도 남자가 3.09 로 여자 1.77 보다 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

참고문헌

1. Cho HJ, Choi SD, Lee OY, Cho DY, YU BY, Association between body mass index and the BEFSI-K score of the adolescent in an urban area. *J Korean Acad Fam Med.* 22:698-708.
2. Kim JG, Oh HS, Min SH, Health life behavior and perceived stress of university students, *J East Asian Soc Dietary Life.* 14:207-216.
3. He Ju Gang, Comparison of stress and Coping of stress Among Athletic Students and General Students, *Jeon ju university a masters thesis.* 2003.
4. Chu, J,P, Min, B,I, and Park, S,G, Perceived sources and coping methods of stress in a population of university students in Korea, *Journal of Stress research.* 2001, 9(2), pp 41-50,
5. Hancock, P. Stress workload and fatigue, *Lawrence Erlbaum.* 2001
6. Cohen,S, Kessler,R, and Gordon,L, Measuring stress -A guide for Health and Social Scientists, *Oxford university Press.* 1977.
7. Greenberg JS, Coping with stress: apractical guide. Dubuque, *WmC Publishers.* 1990.
8. Task Force of European Society of Cardiology and the North American society of Pacing and Electrophysiology, Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use, *Circulation.* 1996,93, 1043-65.
9. 라기용, 하지 마사지가 중증 경련성 뇌성마비 학생의 생리적 반응, 면역반응 및 관절가동범위에 미치는 영향, 박사학위 논문, 영남대학교 대학원, 창원, 2008.
10. Born, J, Ditschuneit, I, Schreiber,M, Dodt,C, and Fehm, H, Effects of age and gender on pituitary-adrenocortical responsiveness in humans, *European Journal og endocrinology.* 1995,132,705-711.
11. 김동수, 정연수, 박세권. 스트레스 호르몬인 타액 코티졸과 자기보고식 스트레스 척도 점수 사이의 관계, *한국심리학회지.* 2004, vol.9,No.3, 633-645.
12. Bigger TJ Jr, Fleiss JL. Steinman RC,Rolnitzky LM,

- SchneiderWJ, Stein PK,RR. variability in healthy, middle aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardia linfarction. *Circulation*.1995;91(7):1936-43.
13. EttingerSM, SilberDH, CollinsBG, Gray KS, SutliffG, WhislerSK, McClain JM, Smith MB, Yang QX, Sino way LI. Influence of gender on sympathetic nerve response to static exercise. *JAppl.Physiol*. 1996;80:245-251.
 14. 김상영, 서현옥, 김종우, 정선용, 심박변이도 지표에 나타난 자율신경 상태와 우울불안 및 분노 설문검사 척도 간의 상관성 평가, *동의신경과학회지*. 2011,22(4),87-100.
 15. 박세권, 김동수, 생활 스트레스에 대한 인간의 생리적 반응과 타액 코티졸과의 관계. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. 2007, vol.26,No.1, pp.11-18.