

Original Article

건강인의 일중 심박변이도 변화 및 관련인자에 대한 예비연구

노은지¹, 최수지¹, 김덕호², 최윤석³, 김동일^{1*}

¹동국대학교 한의과대학 산부인과, ²길음 한의원, ³동국대학교 한의과대학

A Preliminary Study on the Change of Intraday Heart Rate Variability and Related Factors in Healthy People

Eun-Ji Noh¹, Su-Ji Choi¹, Deok-Ho Kim², Yun-Seok Choi³, Dong-Il Kim^{1*}

¹Dept. of Obstetrics & Gynecology, College of Korean Medicine, Dong-Guk University

²Gireum Korean Medical Clinic, ³College of Korean Medicine, Dong-Guk University

Objectives: The object of this study was to examine whether there was a significant difference between morning and afternoon in heart rate variability(HRV) in healthy Korean adults. In addition, the correlation between the characteristics of the subjects and the test results was analyzed.

Methods: From January 8, 2021 to January 29, 2021, twenty healthy subjects received short-term HRV test once in the morning(6:00~12:00) and twice in the afternoon(12:00~18:00). We used IBM SPSS Statistics 27 to test for statistical significance.

Results: The mean heart rate and PSI decreased significantly and SDNN increased significantly in the morning compared to the afternoon. There was no significant difference except RMSSD in HRV conducted at 2 hours intervals in the afternoon. Age had a significant difference in SDNN and TP, and exercise in average heart rate. Age, weekly exercise frequency, and monthly drinking frequency showed significant correlations with HRV indicators. As a result of multiple regression analysis, monthly drinking frequency was a variable that had a significant influence on TP.

Conclusions: The results of the tests performed with short interval were relatively consistent, and when comparing the results of the afternoon and the next morning, there were significant differences in several indicators. In the future, the number of HRV measurements should be increased and a larger-scale follow-up study including more subjects will be needed.

Key Words : Healthy volunteers, Heart rate, Circadian rhythm, Observational study, Preliminary data

서론

생기능의학(Biofunctional Medicine)이란 인체의 기능을 한의학적 관점에서 정량적으로 평가하고 관리하며 미병관리 및 건강증진을 목적으로 하는 한의학의 한 분야이다¹⁾. 생기능의학 원리에 의한 검사의

종류에는 수양명경경락기능검사 및 양도락검사, 맥전도검사, 경피온열검사 등이 있다. 그 중 수양명경경락기능검사(심박변이도검사, 자율신경검사는 심박변이(Heart Rate Variability, 이하 HRV)가 자율신경계에 의해 조절되며 심장이 예기치 못한 자극에 반응하는 능력을 반영한다²⁾는 것을 이용해 심장주기의 시

• Received : 16 March 2021 • Revised : 8 April 2021 • Accepted : 14 May 2021

• Correspondence to : Dong-Il Kim

Dept. of Korean Medicine Obstetrics & Gynecology, Ilsan Dong-Guk University Korean Medicine Hospital,
27 Dongguk ro, Ilsandong-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, Korea

Tel : +82-31-961-9060, Fax : +82-31-961-9009, E-mail : obgykdi@hanmail.net

간적 변화를 정량화하여 자율신경계의 활성도를 평가하는 것이다³⁾. 자율신경계는 교감신경과 부교감신경으로 구성되어 서로 균형을 이루어 작용하며, 내외적인 환경변화에 따라 생명유지 활동 및 신체의 항상성을 유지하여 건강에 중요한 역할을 하므로^{2,4)} HRV 분석을 통해 건강상태에 대해 다양한 정보를 얻을 수 있다.

HRV 분석은 비침습적이고 간편한 검사법으로 고혈압, 부정맥 등 심혈관계 질환 또는 신경성 식욕부진, 과민대장증후군, 불안 등 스트레스와 관련된 다양한 질환과 병증에 폭넓게 적용될 수 있다. 진단뿐 아니라 각종 치료나 운동 또는 약물의 효과 판정을 위해서도 HRV 분석이 활용된다⁵⁾. 또한 HRV를 이용한 연구도 활발하게 이루어지고 있는데, 기존의 한의학 임상 연구로는 HRV와 스트레스의 상관성^{3,6,7)}, 우울, 불안 등 감정과의 상관성⁸⁾을 분석하거나, 다한증이나 수족냉증 등 특정 질환^{4,9)}이나 중환자실 입원 환자와 같은 특정 환자군¹⁰⁾을 대상으로 HRV 특성을 관찰한 연구들이 있다.

그러나 이러한 기존의 연구들은 대부분 HRV를 1회 측정하도록 설계되었고^{3,4,6-9)} HRV 검사가 시행된 시간대가 언급되지 않거나 결과 분석 시 HRV의 일중 변동이 고려되지 않은 경우가 대부분이었다. 한 대상자의 HRV를 일중 수 회 측정한 연구는 오 등¹⁰⁾, 최 등¹¹⁾의 연구 이외에 찾아보기 힘들었다. 생기능의 학 검사는 인체의 기능을 측정하기 때문에 피험자를 둘러싼 다양한 요인들이 결과에 영향을 미칠 수 있다¹⁾. 특히 HRV가 수면/활동 주기의 영향으로 일정한 하루 주기를 갖는 것¹¹⁾을 고려할 때, 24시간 측정 데이터가 아닌 5분 데이터를 이용할 경우 HRV 검사 시행 시간대는 결과 해석에 중요한 변수로 작용할 것이다. 그러므로 HRV 검사의 시행 시간대, 대상자의 특성 등을 고려하여 검사 결과를 해석해야 하나 이러한 부분에 대해서는 현재 충분한 연구가 이루어지지 않고 있다.

따라서 이 연구는 HRV 검사에서 실제로 오전과

오후에 유의한 차이가 있는지 살펴보고자 하였고, 더 나아가 짧은 간격으로 HRV 검사 반복시행 시 결과에 큰 차이가 없는지 살펴보기 위해 오후 중 2시간 간격으로 검사를 재시행하도록 연구를 설계하였다. 또한 질환이 HRV의 일중 변동에 영향을 미칠 가능성을 배제하기 위해 건강한 성인을 대상으로 설정하였다. 추가적으로 대상자들의 특성과 HRV 검사 결과의 상관관계를 분석하였다.

연구방법

1. 연구대상

이 연구는 2021년 1월 8일부터 2021년 1월 29일까지 □□한방병원 한방여성의학과에서 연구에 대한 충분한 설명을 듣고 연구에 자발적으로 참여한 건강한 성인(만 18세 이상)을 대상으로 하였다. 대상자 참여 및 제외기준은 다음과 같다.

1) 참여기준

- ① 모집 당시 만 18세 이상의 성인 남녀
- ② 연구 참여에 자발적으로 동의하고 동의서에 서명한 사람

2) 제외기준

- ① 신경과적 질환, 당뇨병, 말기 신부전, 만성 폐쇄성 폐질환, 우울 및 불안장애, 관상동맥 질환, 패혈증 등의 과거력이 있는 사람, 자율신경계 기능에 영향을 미치는 약물을 복용한 사람
- ② 연구 참여에 자발적으로 동의하지 않은 사람

2. 연구방법

원활한 연구진행을 위해 대상자들은 □□한방병원에서 1일간 입원하였다. HRV 일중 변화를 관찰하기 위해 오전(6~12시) 및 오후 (12~18시)로 나누어 총 3회 검사를 시행하였으며, 오후 시간(12~18시) 내에 2시간 간격으로 2회, 익일 오전(6~12시) 중 기상 후 1시간 이내에 1회 검사하였다. 대상자들의 몸에서 금

속성 소지품을 제거하고 조용한 방에 있는 침대에서 5분 이상 외위 휴식을 취하게 한 후 SA-3000NEW (메디코어, 서울, 한국) 장비를 이용하여 HRV를 측정하였다. 또한 대상자들의 스트레스 정도 측정을 위해 스트레스인자지각척도(Global Assessment of Recent Stress, GARS) 한국판을 이용하였다. GARS 척도는 최근 일주일간 스트레스 인자에 대한 지각 정도를 평가할 수 있는 도구로서 8개 항목으로 구성되어 있으며, 스트레스가 없는 경우를 0점, 극도로 심한 경우를 9점으로 한다¹²⁾. GARS 평가는 오후 시간(12~18시) 중 시행하였다. 이 연구는 □□한방병원 기관윤리심의위원회의 승인을 받았다 (DUIOH 2020-11-005-003).

3. 통계분석

자료분석에는 IBM SPSS Statistics 27을 이용하였으며 유의수준 5%에서 통계적 유의성을 판단하였다. 짧은 간격 및 긴 간격으로 시행된 HRV 검사 결과의 비교를 위해 Wilcoxon signed rank test를 시행했다. 인구사회학적 특성 및 숙면 여부에 따른 HRV 지표의 차이는 Independent t-test를 통해 비교했다. HRV 지표에 영향을 주는 인자를 조사하기 위해 GARS 점수, 나이, 카페인, 운동, 음주에 대해 Spearman 상관분석을 시행하였다. 또한 HRV 지표에 유의한 영향을 미친 변수들에 대해 다중회귀분석을 시행하여 변수들의 설명력을 파악하고자 하였다. 회귀분석 시 Durbin-Watson 값이 1.5-2.5 사이면 자기상관(Autocorrelation)이 없다고 보았고 VIF(분산 확대 인자)가 10 미만일 때 다중공선성이 없다고 판단하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특성

대상자는 총 20명으로 여성 15명(75%), 남성 5명(25%)이었고 평균 연령은 36.85±14.10세였다. 평균

신장은 165.65±8.87 cm, 평균체중은 58.95±11.64 kg 이었다. 직업이 있다고 답한 대상자가 16명(80%)이었으며 흡연자는 한 명도 없었고, 음주는 16명(80%), 카페인 섭취는 15명(75%), 운동은 10명(50%)의 대상자가 평소에 하고 있다고 응답하였다 (Table 1).

2. 측정 회차 및 시간대별 심박변이도 경과

대상자들의 측정 회차별 HRV 지표 및 GARS 점수를 평균±표준편차로 제시하였다(Table 2). 평균 심박수는 1, 2회차 70대에서 3회차에 60대로 감소하였다. PSI 역시 오후 2차례 검사에서 60~70대였으나 3회차에서 40대로 감소하였다. 반면 SDNN은 오후 2차례 검사에서 30대였으나 익일 오전 40대로 상승하였고 TP는 1회차 1303.93±1440.10, 2회차 1074.77±781.06, 3회차 1550.90±1451.93의 변화를 보였다. LF와 HF의 비율을 나타낸 LF/HF는 1회차 1.61±1.41, 2회차 2.83±3.72, 3회차 1.87±2.12로 나타났다. GARS 점수는 26.10±12.42점으로 나타났다.

심박변이도 지표간 차이를 측정 시간대별로 나누어 비교하였다. 1차 검사와 2차 검사는 오후 시간대에 2시간 간격으로 이루어졌다(Table 3). 1차와 2차 HRV 지표간 통계적으로 유의한 차이를 보인 지표는 RMSSD 외에 없었다. RMSSD는 1회차 35.43±30.31에서 2회차 25.52±13.12로 감소하였다(p=0.037). 또한 오후 2차례 검사의 평균값과 익일 오전 3회차 검사를 비교하였다(Table 4). 2차와 3차 검사는 12시간 이상의 간격을 두고 시행되었다. 평균 심박수는 오후 73.45±8.32에서 오전 69.30±8.99로 유의하게 감소하였다(p=0.023). SDNN은 오후 35.75±16.99에서 오전 45.01±20.67로 유의하게 증가하였다(p=0.001). PSI는 오후 70.03±46.14에서 오전 46.05±35.71로 유의하게 감소하였다(p=0.006). 그 외에 오전과 오후 간 유의한 차이를 보인 지표는 없었다.

3. 심박변이도 영향인자 분석

심박변이도에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 알아보기 위해 Independent t-test를 시행하였다. 분석 자료는 총 3회 시행한 HRV 지표의 평균값을 사용하였다. SDNN은 연령 30대를 기준으로 나누었을 때 30대 이하인 군에서 45.42±20.54, 40대 이상인 군에서 30.79±7.06으로 나타나 두 군간 유의한 차이가 있었다(p=0.046). TP 역시 30대 이하인 군에서 1749.45±1253.62, 40대 이상인 군에서 772.58±289.96으로 나타나 유의한 차이를 보였다(p=0.029). 연령 외에 통계적으로 유의한 차이를 보인 항목은 운동 여부에 따른 평균 심박수였다. 평균 심박수는 평소 운동을 하는 군에서 68.63±5.29, 하지 않는 군에서 75.50±8.70으로 조사되었다(p=0.047) (Table 5).

전일 숙면 여부가 심박변이도에 영향을 주는지 확인하기 위해 오전에 시행한 3회차 HRV를 단독 분석

하였다. 3차 검사 시행 전 대상자에게 전일 평소대비 수면의 질이 비슷했는지 또는 나빴는지 묻고 답변에 따라 두 군으로 나누었다. 숙면했다고 답한 군에서 그렇지 않은 군에 비해 평균 심박수, SDNN, RMSSD, PSI, TP, LF, HF, LF/HF 등 모든 지표가 더 높게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다(Table 6).

한편 HRV지표와 인구사회학적 요인간 상관관계를 분석하기 위해 GARS 점수, 나이, 카페인, 운동, 음주에 대해 Spearman 상관분석을 시행하였다. 연령은 TP와 유의한 음의 상관관계가 있었고(p=0.038) 주별 운동 횟수는 평균 심박수와 유의한 음의 상관관계가 있었다(p=0.012). 월별 음주 횟수는 평균 심박수와 유의한 음의 상관관계(p=0.022)가, LF와는 유의한 양의 상관관계(p=0.017)가 있었다(Table 7).

마지막으로 HRV 지표에 유의한 영향을 미친 것으

Table 1. Characteristics of Study Subjects

(n=20)

Categories	Characteristics	Mean±SD	Range
Age(yr)	Total	36.85±14.10	18.00~79.00
	Female	38.00±15.14	18.00~79.00
	Male	33.40±11.06	27.00~53.00
Height(cm)	Total	165.65±8.87	148.00~190.00
	Female	161.79±5.23	148.00~168.00
	Male	177.20±7.46	171.00~190.00
Weight(kg)	Total	58.95±11.64	38.90~85.00
	female	55.19±10.78	38.90~85.00
	Male	70.20±5.07	65.00~78.00
Categories	Characteristics	N(%)	
Gender	Female	15 (75)	
	Male	5 (25)	
Job	Yes	16 (80)	
	No	4 (20)	
Smoking	Yes	0 (0)	
	No	20 (100)	
Drinking	Yes	16 (80)	
	No	4 (20)	
Caffeine intake	Yes	15 (75)	
	No	5 (25)	
Exercise	Yes	10 (50)	
	No	10 (50)	

Table 2. HRV Parameters and GARS Score (n=20)

Categories	Characteristics	Mean±SD	Range
1st HRV*	Mean HR † (bpm)	72.70±8.59	54.00~84.00
	SDNN [§]	37.82±22.48	18.47~108.56
	RMSSD	35.43±30.31	8.85~146.68
	PSI [¶]	65.80±50.30	8.15~166.67
	TP**	1303.93±1440.10	149.01~5945.83
	LF ⁺⁺	479.34±758.86	41.88~3091.77
	HF ^{††}	455.36±764.50	27.33~3373.74
	LF/HF	1.61±1.41	0.10~6.52
2nd HRV*	Mean HR (bpm)	74.20±9.50	54.00~87.00
	SDNN	33.67±14.84	14.50~72.35
	RMSSD	25.52±13.12	9.66~57.93
	PSI	74.26~53.34	10.72~210.98
	TP	1074.77±781.06	190.34~2900.37
	LF	361.30±445.45	14.38~2048.21
	HF	291.51±441.80	24.13~1990.67
	LF/HF	2.83±3.72	0.10~14.08
3rd HRV*	Mean HR (bpm)	69.30±8.99	51.00~85.00
	SDNN	45.01±20.67	18.69~84.96
	RMSSD	35.94±25.86	13.13~112.22
	PSI	46.05±35.71	9.15~115.89
	TP	1550.90±1451.93	218.43~4795.16
	LF	463.56±435.47	21.50~1414.55
	HF	571.58±921.23	47.00~3634.83
	LF/HF	1.87±2.12	0.19~8.96
GARS [†]	total score	26.10±12.42	0~46.00

HRV*:Heart Rate Variability; GARS[†]:Global Assessment of Recent Stress; HR[†]:Heart Rate; SDNN[§]:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD^{||}:Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI[¶]:Physical Stress Index; TP^{**}:Total Power; LF⁺⁺:power in Low Frequency range; HF^{††}:power in High Frequency range

Table 3. Comparing HRV Parameters with Short Measurement Interval (n=20)

Categories	Characteristics	Mean±SD		p-value
		1st HRV	2nd HRV	
HRV* Parameters	Mean HR † (bpm)	72.70±8.59	74.20±9.50	0.198
	SDNN [†]	37.82±22.48	33.67±14.84	0.263
	RMSSD [§]	35.43±30.31	25.52±13.12	0.037 [#]
	PSI	65.80±50.30	74.26±53.34	0.478
	TP [¶]	1303.93±1440.09	1074.77±781.06	0.852
	LF ^{**}	479.34±758.86	361.30±445.45	0.370
	HF ⁺⁺	455.36±764.50	291.51±441.80	0.100
	LF/HF	1.61±1.41	2.83±3.72	0.093

HRV*:Heart Rate Variability; HR[†]:Heart Rate; SDNN[†]:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD[§]: Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI^{||}:Physical Stress Index; TP[¶]:Total Power; LF^{**}:power in Low Frequency range; HF⁺⁺:power in High Frequency range; (#, p<0.05)

로 나타난 변수들에 대해 다중회귀분석을 시행하였다. 독립변수로는 Independent t-test 및 상관분석에서 통계적 유의성을 보인 연령, 주별 운동 횟수, 월별 음주 횟수를 설정하였고, 종속변수로는 앞의 분석에서 독립변수들과 유의한 관계에 있었던 평균 심박수, SDNN, TP, LF를 설정하였다. 그 결과 평균 심박수와 LF에 대한 분석결과는 F-value가 유의하지 않은 반면, SDNN(F=4.000, p=0.021), TP(F=6.378, p=0.003)에서는 유의하게 나타났다. SDNN은 독립변수와 강한 양적 선형관계(R=0.718)를 보이며 설명력(Adjusted R²)은 38.7%였고 Durbin-Watson은 2.216, VIF는 모두 10 미만으로서 회귀모형은 적합한 것으로 확인되었다. 그러나 독립변수 중 SDNN에 통계적으로 유의한 영향을 미친 변수는 없었다(all p>0.05). TP 또한 독립변수와 강한 양적 선형관계(R=0.794)를 보였으며 설명력은 53.1%, Durbin-Watson은 2.498, VIF는 모두 10 미만으로 회귀모형은 역시 적합하였다. 통계적으로 유의한 영향을 미친 변수로는 월별 음주 횟수(t=2.714, p=0.016)가 있었다(Table 8).

고 찰

심박변이도검사는 심박동 변이의 분석을 통해 자

율신경계 활동 정도를 정량화하는 검사방법으로, 정량화된 심박변이 분석을 통해 자율신경계의 활성과 더불어 심혈관계 질환에 대한 평가에도 유용하게 사용할 수 있다²⁾. 또한 검사 방법이 비침습적이고 비교적 간편하여 일차진료 영역에서 널리 사용되고 있을 뿐 아니라, 연구도구로서도 의료계를 비롯하여 체육학, 심리학, 환경학 등 다양한 분야에서 활용되고 있다¹¹⁾.

심박변이 분석 방법은 크게 다음의 두 가지로 나뉜다. 먼저 시간영역 분석은 심전도에서 얻어지는 NN간격(또는 RR간격)을 이용한 것으로, NN간격은 심전도에서 인접한 QRS 복합체 사이에서 R과 연속된 다음 R 사이의 간격을 뜻한다. SDNN은 NN간격의 표준편차로 낮은 SDNN은 심혈관계 질환에서 높은 사망률의 예측인자다. RMSSD는 인접한 NN간격의 차이에 대한 제곱의 합을 평균하여 제곱근으로 표현한 것으로, 부교감신경 활동정도를 의미한다. NN50은 연속적인 NN간격의 차이가 50 ms를 초과하는 개수를 의미하며 이 역시 부교감신경 활성을 나타낸다. 다음으로 주파수범위 분석은 심박동에서 특정 주파수대의 변이가 자율신경계와 연관이 있다는 것을 이용한 방법이다. 고주파대(High Frequency, HF)는 0.15-0.4 Hz 사이 영역으로 부교감신경계에

Table 4. Comparing HRV Parameters with Long Measurement Interval (n=20)

Categories	Characteristics	Mean±SD		p-value
		Mean value of 1st & 2nd HRV	3rd HRV	
HRV* Parameters	Mean HR [†] (bpm)	73.45±8.32	69.30±8.99	0.023 [#]
	SDNN [‡]	35.75±16.99	45.01±20.67	0.001 ^{##}
	RMSSD [§]	30.47±20.56	35.94±25.86	0.140
	PSI	70.03±46.14	46.05±35.71	0.006 ^{##}
	TP [¶]	1189.35±1031.64	1550.90±1451.93	0.204
	LF ^{**}	420.32±568.54	463.56±435.47	0.601
	HF ⁺⁺	373.44±584.21	571.58±921.23	0.247
	LF/HF	2.22±2.41	1.87±2.12	0.433

HRV^{*}:Heart Rate Variability; HR[†]:Heart Rate; SDNN[‡]:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD[§]: Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI^{||}:Physical Stress Index; TP[¶]:Total Power; LF^{**}:power in Low Frequency range; HF⁺⁺:power in High Frequency range; (#, p(0.05, ##, p(0.01)

Table 5. Comparing Total HRV Parameters According to Subject Characteristics

Categories	Characteristics	Mean±SD of Total HRV*															
		Mean HR [†] (bpm)	p-value	SDNN [§]	p-value	RMSSD	p-value	PSI [¶]	p-value	TP ^{**}	p-value	LF ⁺⁺	p-value	HF ^{††}	p-value	LF/HF	p-value
Age	Under 30s (n=11)	72.00±7.47	0.968	45.42±20.54	0.046 [#]	38.88±26.44	0.131	57.66±45.61	0.602	1749.45±1253.62	0.029 [#]	594.25±559.03	0.084	643.62±872.40	0.118	2.07±2.30	0.930
	Over 40s (n=9)	72.15±8.73		30.79±7.06		24.25±9.05		67.38±33.49		772.58±289.96		239.76±163.52		189.99±123.40		2.15±1.52	
Gender	Female (n=15)	71.87±8.67	0.850	40.70±19.11	0.418	34.07±23.03	0.535	59.70±42.08	0.662	1413.50±1153.81	0.461	473.97±516.87	0.520	495.87±774.07	0.535	2.28±2.21	0.271
	Male (n=5)	72.67±5.34		33.24±9.44		26.97±10.40		69.05±35.82		998.96±676.31		317.02±179.26		270.34±207.42		1.56±0.59	
GARS	≤25 (n=10)	70.30±9.72	0.327	39.94±17.90	0.783	32.54±14.71	0.961	60.01±44.53	0.827	1267.44±942.11	0.863	466.33±587.40	0.766	371.72±405.57	0.667	2.20±2.32	0.824
	>25 (n=10)	73.83±5.32		37.73±17.54		32.05±27.40		64.06±37.00		1352.29±1205.90		403.13±304.74		507.24±893.13		2.00±1.59	
Job	Yes (n=16)	72.85±6.94	0.383	39.00±17.51	0.935	32.18±22.75	0.962	62.16±37.96	0.979	1323.19±1104.50	0.914	430.96±498.30	0.943	439.55±710.86	0.999	1.85±1.77	0.262
	No (n=4)	68.92±11.50		38.18±18.93		32.77±17.72		61.55±53.62		1256.55±965.91		449.81±280.11		439.23±624.88		3.10±2.55	
Drinking	Yes (n=16)	71.29±8.04	0.391	40.40±19.03	0.434	34.23±23.51	0.435	60.56±44.09	0.750	1415.51±1153.34	0.384	488.59±496.27	0.304	498.72±750.61	0.450	2.28±2.12	0.421
	No (n=4)	75.17±7.10		32.60±3.99		24.58±6.26		67.94±17.47		887.29±297.98		219.29±107.71		202.54±80.39		1.38±0.67	
Caffeine intake	Yes (n=15)	72.60±6.55	0.612	38.25±16.27	0.800	31.22±22.57	0.709	61.03±33.14	0.893	1306.93±1062.83	0.983	466.33±511.84	0.605	421.14±728.60	0.841	2.16±2.01	0.830
	No (n=5)	70.47±11.73		40.60±22.09		35.51±19.38		65.07±60.84		1318.67±1150.74		339.94±241.62		494.52±569.88		1.93±1.93	
Exercises	Yes (n=10)	68.63±5.29	0.047 [#]	43.27±20.89	0.263	39.03±26.35	0.165	52.26±37.85	0.285	1601.83±1323.15	0.231	531.94±613.16	0.355	585.58±877.70	0.349	1.99±2.13	0.795
	No (n=10)	75.50±8.70		34.40±12.27		25.56±13.12		71.81±41.42		1017.90±636.88		337.53±207.73		293.39±393.17		2.22±1.84	

HRV[†]:Heart Rate Variability; GARS[†]:Global Assessment of Recent Stress; HR[†]:Heart Rate; SDNN[§]:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD^{||}:Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI[¶]:Physical Stress Index; TP^{**}:Total Power; LF⁺⁺:power in Low Frequency range; HF^{††}:power in High Frequency range; #, p(0.05)

의해 조절된다. 저주파대(Low Frequency, LF)는 0.04-0.15 Hz 사이 영역으로 교감신경계와 부교감신경계 모두의 조절을 받으나 교감신경 활성도를 더 반영하는 것으로 알려져 있다. 초저주파대(Very Low Frequency, VLF)는 0.003-0.4 Hz 사이 영역으로 교감 및 부교감신경 양측의 영향을 받는다^{2,6)}.

이 연구에서는 심박변이도를 짧은 시간 간격으로 측정했을 때 일관성이 있는지 관찰하기 위해 2시간 간격으로 재측정을 하였다. 그 결과 RMSSD 외의 지표들에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으므로 반복측정 시 비교적 일관성이 있는 것으로 판단되었다. 이 연구에서 부교감신경의 활동정도를 표시하는²⁾ RMSSD는 HRV 1차 검사에 비해 2차 검사에서 낮게 관찰되었다. 이는 입원 직후 측정된 1차 검사에 비해 입원 후 2시간 동안 문진, 신체계측, 입원생활 안내 등 여러 입원 절차를 거친 2차 검사 때 대상자들이 일종의 긴장 상태에 놓였기 때문인 것으로 보인다. 한편 오후에 2차례 시행된 검사의 평균 값과 익일 기상 후 1시간 내 시행된 검사 결과를 비교했을 때, 오전 결과에서 평균 심박수와 PSI가 유의하게 감소하였고 SDNN은 유의하게 증가한 것으로 나타났다. HF, LF, RMSSD의 경우 통계적 유의성은 없었으나 오후에 비해 오전에 더욱 상승하였으므로

HF, LF, RMSSD, SDNN이 오전 5~7시경 최고치를 보인다는 기존 연구결과¹¹⁾와 어느 정도 일치하는 결과이다. HF, LF, RMSSD에서 통계적 유의성이 없었던 것은 작은 sample size로 인한 것일 수 있다. 또한 장시간 수면을 취한 후 측정된 오전의 심박수가 더욱 낮은 것과, 조절시스템에 가해지는 압력(Pressure)을 뜻하는 PSI⁷⁾가 오전에 더 낮은 것은 자연스러운 결과로 보인다. 한편 오전 HRV 검사에서 숙면 여부에 따른 유의한 차이는 관찰되지 않았는데, 애초에 sample size가 작은 데다가 비숙면군은 6명에 불과하여 유의성을 논하기에 어려움이 있다.

또한 대상자들의 특성과 HRV 검사 결과의 상관관계 분석을 시행하였다. 그 결과 나이가 증가할수록 TP가 감소하고, 주별 운동 횟수가 증가할수록 평균 심박수가 감소하는 음의 상관관계가 나타났다. TP (Total power, VLF, LF, HF를 포함한 전체의 power를 의미)는 SDNN에 상응하는 주파수 영역 지표로 심혈관계 안정도와 자율신경계 제어능력을 의미한다¹¹⁾. 연령이 증가하면 혈관탄성이 퇴화¹³⁾하므로 이러한 연구결과가 나타난 것으로 보인다. 운동과 심박수의 음의 상관관계는 지구성 트레이닝 선수들에서 안정 시 서맥이 나타나는 ‘스포츠심장’ 현상¹⁴⁾으로 설명될 수 있다.

Table 6. Comparing Morning HRV Parameters According to Sleep Quality (n=20)

Categories	Characteristics	Mean±SD		p-value
		Sleep well (n=14)	Sleep poorly (n=6)	
3rd HRV*	Mean HR [†] (bpm)	73.86±7.81	70.00±10.45	0.372
	SDNN [‡]	38.19±25.28	36.98±16.05	0.916
	RMSSD [§]	35.51±35.19	35.25±16.52	0.987
	PSI	72.57±55.43	49.99±34.57	0.372
	TP [¶]	1414.43±1658.23	1046.08±785.77	0.614
	LF ^{**}	564.19±901.02	281.34±101.42	0.460
	HF ⁺⁺	467.41±856.37	427.27±559.32	0.918
	LF/HF	1.70±1.58	1.39±1.02	0.667

HRV[†]:Heart Rate Variability; HR[†]:Heart Rate; SDNN[‡]:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD[§]: Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI^{||}:Physical Stress Index; TP[¶]:Total Power; LF^{**}:power in Low Frequency range; HF⁺⁺:power in High Frequency range

Table 7. Correlations between Subject Characteristics and HRV Parameters (n=20)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. MHR*	1												
2. SDNN†	-.533 (0.015 [#])	1											
3. RMSSD‡	-.556 (0.011 [#])	.925 (0.000 ^{##})	1										
4. PSI§	.604 (0.005 ^{##})	-.955 (0.000 ^{##})	-.914 (0.000 ^{##})	1									
5. TP	-.408 (0.074)	.929 (0.000 ^{##})	.797 (0.000 ^{##})	-.850 (0.000 ^{##})	1								
6. LF¶	-.536 (0.015)	.832 (0.000 ^{##})	.722 (0.000 ^{##})	-.791 (0.000 ^{##})	.875 (0.000 ^{##})	1							
7. HF**	-.393 (0.086)	.878 (0.000 ^{##})	.941 (0.000 ^{##})	-.833 (0.000 ^{##})	.767 (0.000 ^{##})	.574 (0.008 ^{##})	1						
8. LH/HF	-.127 (0.593)	-.107 (0.654)	-.256 (0.277)	.024 (0.920)	-.009 (0.970)	.275 (0.240)	-.471 (0.036 [#])	1					
9. GARS++	-.025 (0.917)	.065 (0.786)	-.109 (0.649)	-.099 (0.679)	.103 (0.665)	.100 (0.674)	.008 (0.972)	.093 (0.698)	1				
10. Age	-.079 (0.742)	-.372 (0.106)	-.296 (0.205)	.219 (0.354)	-.466 (0.038 [#])	-.380 (0.098)	-.350 (0.131)	.360 (0.119)	.102 (0.668)	1			
11. Caffeine intake(cup/day)	.043 (0.856)	.004 (0.987)	-.150 (0.529)	.133 (0.577)	.148 (0.533)	.001 (0.997)	-.026 (0.912)	.020 (0.933)	.344 (0.137)	.026 (0.913)	1		
12. Exercise frequency(week)	-.548 (0.012 [#])	.185 (0.434)	.306 (0.189)	-.260 (0.268)	.143 (0.549)	.072 (0.764)	.284 (0.226)	-.056 (0.816)	.000 (0.999)	.326 (0.161)	-.064 (0.790)	1	
13. Drinking frequency(month)	-.510 (0.022 [#])	.339 (0.144)	.381 (0.098)	-.375 (0.103)	.338 (0.145)	.525 (0.017 [#])	.292 (0.211)	.097 (0.683)	.327 (0.159)	-.047 (0.844)	-.236 (0.317)	.533 (0.015 [#])	1

MHR*:Mean Heart Rate; SDNN†:Standard Deviation of Normal to Normal; RMSSD‡:Root Mean Square of Successive Differences between adjacent R-R intervals; PSI§:Physical Stress Index; TP||:Total Power; LF¶:power in Low Frequency range; HF**:power in High Frequency range; GARS++:Global Assessment of Recent Stress; (#, p<0.05, ##, p<0.01)

HRV 지표에 유의한 영향을 미친 변수들에 대해 다중회귀분석을 시행한 결과, SDNN과 TP를 종속변수로 설정한 회귀모형들은 적합성은 만족하였으나 월별 음주 횟수 외에 통계적으로 유의하게 나타난 독립변수는 없었다. 월별 음주 횟수는 TP에 대해 $t=2.714(p=0.016)$ 로 유의한 영향을 미친 변수로 나타났다. 이러한 결과가 나타난 것에 대해 여러 설명이 가능하다. 우선 sample size가 작아서 나타난 착시현상일 수 있다. 또는 대상자들의 음주횟수는 평균 월 2.35회, 회당 음주량은 평균 0.6병으로서 이는 주당 음주량 14잔 이상을 의미하는 ‘고위험 음주’의 기준¹⁵⁾ 이하이므로 적정범위 내의 음주는 건강에 해롭지 않다는 의미일 수 있다. 또한 평상시 건강 위협요인이 안 되는 사교적 수준의 음주를 할 정도로 심신이 건강하므로 TP와 월 음주 횟수가 양의 상관관계를 보였을 가능성도 있다.

한편 이 연구 결과의 해석과 적용에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 연구대상자가 20명에 불과하여 통계적 의의를 논하기에 부족한 점이 있었다. 둘째, 연구설계 시 연구대상자의 불편을 최소화하고 연구수행의 편의성을 위한 현실적인 요인들을 고려하여 검사횟수를 오후 2회, 오전 1회로 정하였는데, 이러한 검사 횟수가 심박변이도의 일중 변화 양상을 살펴내는데 충분하지 못하였을 수 있다. 또한 오후 검사의 경우 입원 직후 1회차, 그로부터 2시간 후 2회차 검사를 시행하였는데 입원 후 2시간 동안 대상자의 행동에 제약을 두지 않았다는 점이 제한점으로 남는다.

즉 입원 후 2시간 동안 식사 여부나 섭취한 음식의 종류와 양, 그리고 안정을 취했는지 또는 산책 등 비교적 활동적인 행위를 했는지 등을 통제하지 않은 점이 검사 결과에 영향을 미쳤을 수 있다.

그러나 이 연구는 동일한 건강인에 대해 24시간 내에 3회 검사를 시행하여 일중 심박변이도 변화를 살펴본 국내 최초의 연구이다. 즉, 서로 다른 두 집단의 검사 결과를 비교할 때와 달리 개인차가 검사 결과에 미치는 영향을 최소화하였고, 특정 질환이 심박변이도에 영향을 줄 가능성도 배제하였다. 또한 심박변이도가 오전, 오후 간 유의한 차이가 있는지, 그리고 짧은 간격으로 검사 시행 시 결과가 일관되게 나오는지 살펴볼 수 있었다. 연구 결과, 오후 중 2시간 간격으로 시행한 검사 결과는 비교적 일관성이 있었으며, 오후와 익일 오전의 결과를 비교했을 때는 몇몇 지표에서 유의한 차이가 있었다. 2008년 국내 성인을 대상으로 심박변이도의 오전 및 오후의 차이를 관찰한 연구¹¹⁾가 발표된 이후 충분한 후속연구가 이루어지지 않고 있는 상황에서 이 연구는 의의가 있다고 볼 수 있다. 현재 건강보험심사평가원의 기준¹⁶⁾에 의하면, 심박변이도를 이용한 한방검사인 수양명경경락기능검사는 최초 진단 시와 최종 치료여부 확인 시 실시한 경우 외래·입원, 실시 횟수를 불문하고 1회만 산정할 수 있다. 그러나 이 연구 결과를 토대로 추가연구들이 이루어진다면 수양명경경락기능검사의 산정 횟수를 상향조정할 근거를 마련할 수 있을 것으로 보인다.

Table 8. Influencing Factors on SDNN and TP (n=20)

Variables	Categories	B [†] (SE)	β [§]	t	p	VIF	F(p)	R(R ²)	Adj.R ²
SDNN [*]	Exercise frequency	-1.749 (2.998)	-.201	-.583	0.568	3.693	4.000 (0.021)	0.718 (0.516)	0.387
	Drinking frequency	3.031 (1.758)	0.384	1.724	0.105	1.536			
	Age	-.561 (0.289)	-.458	-1.944	0.071	1.719			
TP [†]	Exercise frequency	-150.518 (159.930)	-.284	-.941	0.362	3.693	6.378 (0.003)	0.794 (0.630)	0.531
	Drinking frequency	254.481 (93.770)	0.528	2.714	0.016 [#]	1.536			
	Age	-30.643 (15.402)	-.410	-1.990	0.065	1.719			

SDNN^{*}:Standard Deviation of Normal to Normal; TP[†]:Total Power B[†]:Unstandardized; β[§]:Standardized; Adj.R²^{||}: Adjusted R²; (#, p<0.05)

또한 이 연구에서는 대상자의 특성과 일중 심박변이도 간의 상관성을 찾고자 하였다. 스트레스 정도나 숙면 여부와 같이 심박변이도와 상관관계가 있을 것이라 예상했으나 분석 결과는 그렇지 않은 인자도 있었고, 반대로 월 음주 횟수와 TP와 같이 예상 외로 상관관계가 밝혀진 인자도 있었다. 심박변이도검사는 간편하고 비침습적이므로 임상현장에서 널리 쓰이고 있는 검사이다. 이 연구 결과를 진료 시 검사 결과를 해석하는데 참고할 수 있을 것이다. 또한 이 연구의 결과를 기초로 한 후속 연구에서는 보다 정밀한 결과를 도출하기 위해 심박변이도의 연속측정 횟수를 늘리고 대상자 규모를 확대하며, 검사 전후의 활동 및 안정에 관한 조건을 구체적으로 명시할 필요가 있을 것으로 생각된다.

결론

국내 건강인의 심박변이도에 일중 유의한 변화가 있는지, 또한 영향을 미치는 인자는 무엇인지 살펴보기 위해 2021년 1월 8일부터 1월 29일 사이에 20명의 대상자를 □□한방병원에 입원하도록 하여 1일간 3차례 심박변이도검사를 시행하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 오전이 오후에 비해 평균 심박수와 PSI가 유의하게 감소하였고 SDNN은 유의하게 증가하였으며 HF, LF, RMSSD의 경우 통계적 유의성은 없었으나 오전에 더욱 높게 나타났다.
2. 2시간 간격으로 반복검사를 시행한 결과 RMSSD 외 지표들에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 비교적 일관성이 있었다.
3. Independent t-test에서 연령은 SDNN과 TP에, 운동 여부는 평균 심박수에 각각 유의한 차이를 미친 요인으로 조사되었다. Spearman 상관분석 결과 연령, 주별 운동 횟수, 월별 음주 횟수가 HRV 지표들과 유의한 상관관계를 보였다. 다중회귀분석 결과 월별 음주 횟수가 TP에 유의한 영향을 미

친 변수였다.

이상과 같은 연구 결과를 얻었으며, 추후 이 연구의 결과와 개선점을 반영한 후속연구들이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 말씀

이 연구는 메디코어의 SA-3000NEW 기기를 임대 지원 받아 수행되었음.

참고문헌

1. The Society of Korean Medicine Diagnostics. Biofunctional medicine. 1st ed. Seoul : Gunja Publishing Company. 2008 : 3-15.
2. Park KJ, Jeong HJ. Assessing Methods of Heart Rate Variability. Ann Clin Neurophysiol. 2014;16(2):49-54.
3. Shin SM, Kim KT, Ko H. Fatigue Diagnostic Measure Research Through The Heart Rate Variability of Chronic Fatigue Patients and Healthy Students in Korean Medical Hospital. J Physiol & Pathol Korean Med. 2015;29(5): 409-415.
4. Lee KY, Rhee HK, Jung SK, Jung HJ. Evaluation of Autonomic Function in Patients with Hyperhidrosis by Power Spectral Analysis of Heart Rate Variability. J Int Korean Med. 2008;29(1):1-11.
5. Jeong KS. Overview of HRV. J Korean Acad Fam Med. 2004;25(11):528-532.
6. Park KS, Yoon HM. Effect of College Students' Perceived Stress, Cognitive Response to Stress, and Somatization on Heart Rate Variability. J Korean Biol Nurs Sci. 2019; 21(3):178-187.

7. Han DS, Jeong NR, Kim DW, Kim YE, Lee CH. Analysis of Stress Level of Korean by Heart Rate Variability Measurement. *Korean J Stress Res.* 2007;15(3):163-169.
8. Kim SY, Seo HW, Kim JW, Chung SY. Relationship between Heart Rate Variability(HRV) and BDI, STAI and STAXI. *J of Oriental Neuropsychiatry.* 2011;22(4):87-100.
9. Park YK, Park KI, Park KS, Hwang DS, Lee CH, Jang JB, et al. Study on Heart Rate Variability Characteristics of Cold Hypersensitivity of Hands and Feet Patients. *Korean J Obstet Gynecol.* 2015;28(1):92-101.
10. Oh JY, Cho DR, Kim JI, Park JS, Heo JS, Kim JJ, et al. A Preliminary Study on the Circadian Rhythm of Autonomic Nervous System in Patients Admitted to Intensive Care Unit, Using the Heart Rate Variability. *Korean J Biol Psychiatry.* 2017;24(1):26-31.
11. Choi CJ, Choi WS, Kim KS. The Changes in Heart Rate Variability between Morning and Afternoon. *J Korean Acad Fam Med.* 2008; 29(8):579-584.
12. Koh KB, Park JK. Validity and Reliability of the Korean Version of the Global Assessment of Recent Stress Scale. *Korean J Psychosom Med.* 2000;8(2):201-211.
13. Nam SN, An JH. Analysis of Vascular Compliance Distinction by Sex and Age among Urban People. *J Korean Soc Liv Environ Sys.* 2004;11(4):233-240.
14. Jeong YJ, Oh JK, Kim YJ. Comparisons of Cardiac Diastolic Function and Cardiovascular Factor in Elite Athletes. *Korean J Sports Med.* 2010;19(2):1227-1238.
15. Lee EK, Park JH. The Effects of Drinking Motives, Refusal Self-efficacy, and Outcome Expectancy on High Risk Drinking. *J Korean Data Inf Sci Soc.* 2016;27(4):1047-1057.
16. HIRA Medical Fee Development Department. Health Insurance Medical Care Benefit Expenses. Health Insurance Review & Assessment Service(HIRA). 2019 Mar[cited 2021 Feb 17];623-624. Available from:URL:https://www.hira.or.kr/ebooksc/ebook_535/ebook_535_201904190107289950.pdf

ORCID

노은지 <https://orcid.org/0000-0002-3111-8496>
 최수지 <https://orcid.org/0000-0002-6068-5270>
 김택호 <https://orcid.org/0000-0002-8890-0518>
 최윤석 <https://orcid.org/0000-0001-5102-123X>
 김동일 <https://orcid.org/0000-0002-4997-8590>