대한한의진단학회지 제10권 제2호(2006년 12월)
The Journal Of The Korea Institute Of Oriental Medical Diagnostics. 2006;10(2):88-103

心搏變移度의 測定時間 標準化 硏究

김규태 · 박영재 · 박영배 · 오환섭

경희대학교 학과간협동과정 한방인체정보의학과

[Abstract]

A Study on Standardization of Measuring Time for Heart Rate Variability

Kyu-Tae Kim, Young-Jae Park, Young-Bae Park, Hwan-Sub Oh

Dept. of Human Informatics of Oriental Medicine, Interdisciplinary Program, Kyung-Hee University

Objectives:

We performed this study to search the best time for HRV measuring and which index has the validity in a short term measuring.

Methods:

At first, three examiner measured electrocardiogram(ECG) of 5 people(4 male + 1 female) for 20 minutes in two times. and we devided ten regions (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 0-10, 0-15, 0-20, 5-15, 10-20, 5-20 minutes). After that we finded the HRV index for each regions. To evaluate the validity, we used Gage Repeatability and Reproducibility Study by MINITAB(ver. 13.20). If the '%Study Var' is under 30 and 'Number of Distinct Categories' is over 4, we could tell it has validity(repeatability and reproducibility).

Results:

1) The region and HRV index has repeatability and reproducibility, was HF index in 10-15 minutes. The HF index in 15-20 minutes gained 27.41(%Study Var) and 5(Number of Distinct Categories).

2) The HF index in 10-15 minutes has the better reproducibility than repeatability. The value of measurement is under the control. There is consistency among the examiner. The distribution of measurement is not large. There is no interaction between examiner and each people.

3) The HF index in 10-15, 0-10, 0-15, 0-20, 10-20 minutes was not enough to gain the repeatability and reproducibility. But it had some meanings ; %Study Var, Number of Distinct Categories is 32.68, 4 for 10-15 minutes, 34.43, 4 for 0-10 minutes, 34.44, 4 for 0-15 minutes, 33.56, 4 for 0-20 minutes, 32.07, 4 for 10-20 minutes.

Conclusions:

This study shows the best index of measuring HRV is the HF index in 15-20 minutes.

So, from now on we should measure the HRV for 20 minutes and extract the HF index in 15-20 minutes. It must be the standard for HRV measuring.

Key Words: Heart rate variability, Gage R&R Study

교신저자 : 오환섭 / 소속 : 경희대학교 대학원 한방인체정보의학과
TEL : 031-201-2510 / E-mail : shoh@khu.ac.kr

Ⅰ. 서 론

심박변이도(heart rate variability, 이하 HRV) 검사는 심장의 R-R간격 변이를 측정하여 심장 및 심혈관의 자율신경 활성도를 평가하는 검사법이다. HRV는 전통적으로 한의학에서 말하는 陰陽의 특성과 유사한, 교감·부교감 신경의 활동[1]을 비침습적으로 측정할 수 있어 여러 임상분야에 응용되고 있다[2,3].

HRV의 분석방법은 일반적으로 시간영역분석과 주파수영역분석이 사용되고 있다[4]. HRV 검사시간은 시간영역분석을 위해 24시간이 필요하고, 주파수영역분석 중 단기측정에서는 2-5분, 장기측정에서는 24시간이 필요하다[4]. 그러나 실제 임상에서는 5분[5-13], 10분[14,15], 45분[16], 1시간[17], 24시간[18] 동안 HRV를 측정한 후 각각의 측정시간동안 HRV의 시간영역분석지표와 주파수영역분석지표를 연구에 이용하였으며, 측정시간에 대한 언급이 없었던 연구도 있었다[19]. 이 같이 HRV의 측정시간은 연구에 따라 달랐고, 아직까지도 얼마동안의 측정 시간이 신뢰성 있는 측정 결과를 나타내는지에 관한 연구가 되어 있지 않았다.

특히 주파수영역분석의 경우 측정시간이 길어지면 결측값이 생길 수 있어 분석결과에 큰 영향을 미칠 수 있고, 측정시간을 너무 줄이면 분석결과의 신뢰성에 문제가 되어 HRV측정 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 측정 시간에 주의 하지 않으면 안 된다.

현재 HRV를 이용한 연구는 5분 측정을 위주로 하고 있으나[5-13,20,21], 5분간 측정시 HRV 검사지표의 신뢰성 검증에 관한 연구가 진행되지 않았다. 게다가 HRV의 5분 측정으로 주파수영역분석지표 이외에 시간영역분석지표도 함께 분석에 응용[5-13]하고 있었지만 5분 측정으로 얻어진 시간영역분석지표가 신뢰성을 갖는 지도 연구되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 HRV 검사에서 신뢰성 있는 측정 시간대를 설정하기 위해, Gage R&R study[22]를 이용하여 재현성, 반복성을 평가하였다. 앞으로 이 연구의 결과를 이용하여 HRV 측정시간을 표준화한다면 HRV 측정을 이용하는 연구가 보다 객관적이고 신뢰성을 갖게 되리라 사료된다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 2005년 10월 현재 서울에 살고 있는 20대 중후반의 4명의 남자와 1명의 여자로 연구대상을 한정 하였다. 연구대상 중 남자의 평균연령(±표준편차)은 25.4(±0.89)세, 평균신장(±표준편차)은 181(±3.39)cm, 평균체중(±표준편차)은 75.8(±6.98)kg이었고, 여자의 평균연령(±표준편차)은 26(±0)세, 평균신장(±표준편차)은 156(±0)cm, 평균체중(±표준편차)은 47(±0)kg이었다(Table 1).

다음과 같이 심박변이도에 영향을 줄 수 있는 질

Table 1. Sample Characteristics

	Age(yr)		Height(cm)		Weight(kg)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Male	25.4	0.89	181	3.39	75.8	6.98
Female	26	0	156	0	47	0
Total	25.6	1.02	176.2	11.80	71.4	14.54

· S.D. : Standard Deviation

환의 병력을 가진 자는 연구대상에서 제외하였다.

① 뇌졸중 등을 포함하는 중추신경계의 손상이 있는 자

② 고혈압, 부정맥, 허혈성 심질환, 전도장애 등을 포함하는 심장질환이 있는 자

③ 당뇨, 갑상선 질환 등을 포함하는 내분비계 질환이 있는 자

④ 만성 신부전 등을 포함하는 신장질환이 있는 자

⑤ 어떤 형태로든 β-blocker, Ca-channel blocker 등 자율신경계에 영향을 미치는 약물을 복용 중인 자

⑥ 기침, 객담, 발열 등을 수반하는 각종 호흡기계 질환자.

측정시간은 오후 5시에서 10시 사이로 한정하였으며, 교감신경을 흥분시킬만한 기호품(담배, 술, 커피 등)은 24시간 동안 금한 후 측정하도록 하였다.

2. 연구방법

본 연구는 심전도 측정과 처리, 분석으로 나누어 진행하였다(Figure 1).

피검자로부터 심전도를 측정하고 측정한 심전도에서 시간별 심박변이도를 얻어낸 후 심박변이도의 주파수영역분석지표인 LF(0.04-0.15Hz), HF (0.15-0.4Hz), TP(0-0.1Hz), LF/HF, ln TP와 시간영역분석지표인 SDNN, RMS-SD 값을 얻어내었다.

얻어낸 지표값을 시간별로 재분류한 후 각각의 값들을 Minitab을 이용하여 분석, 반복성과 재현성의 유무를 판단하였다.

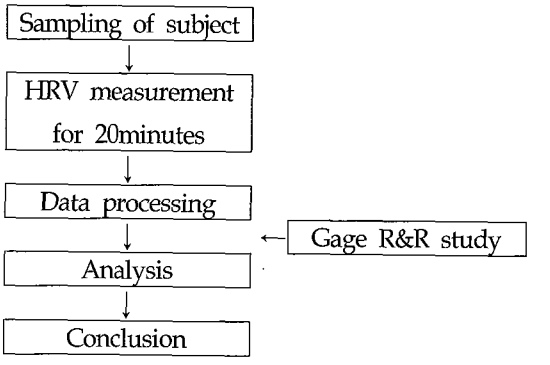


Figure 1. Process flow chart of study method

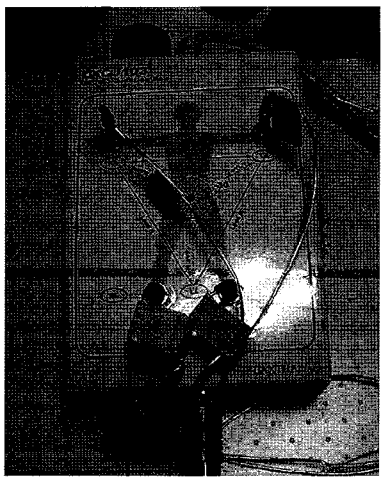
1) 측정

(1) 심전도

3채널 표준심전도 측정 시스템(LAXTHA, QECG-3, KOREA)을 사용하였다(Figure 2).

(2) 측정방법

HRV은 자세[23], 신체 버릇, 체중[24], 아침과 저녁, 잠잘 때의 시간[25], 신체 건강도[26], 음식 섭취[27], 약물 특히 항콜린계[28] 등의 영향을 받으므로 측정 시 이 점을 고려하였다. 그래서 피검자의 연령은 20대 중후반으로 한정하고, 측정 자세는 누워서 눈을 감은 상태로 하였으며, 측정시간은 오후의 일정한 시간(PM 5-10시)으로 하였고, 같은 성별에서는 비슷한 체격으로 한정하였고, 자극적인 음식은 제한하였으며, 약물 복용을 하지 않도록 지도한 후 측정에 임하도록 하였다. 또한 심전도 측정에 영향을 미칠지도 모르는, 손 발등에 접촉한 금



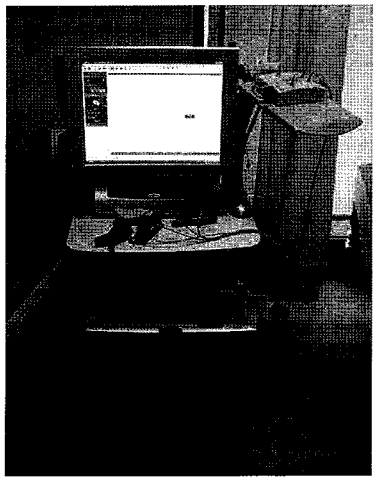
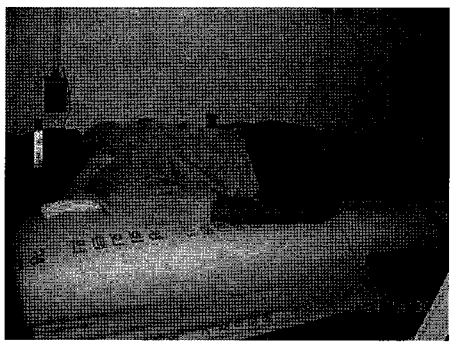


Figure 2. QECG-3



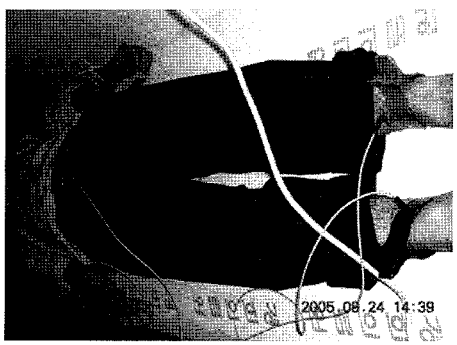


Figure 3. The method of measurement

속성 물질은 모두 제거하였다(Figure 3).

측정은 3명의 검사자가 5명의 피검자의 심전도를 20분간 2회씩 총 30회 측정하였다. 측정순서는 무작위로 하였다. 측정부위는 좌우 손목, 발목이며 전극면을 손발의 안쪽으로 하여 4개의 전극을 부착하였다. 전극은 부착 전에 물을 묻혀 수화시켰다. 이상의 사항 및 측정위치에 대한 사항은 검사자간에 사전에 충분히 인지되도록 하였다.

(3) 측정결과(Figure 4)

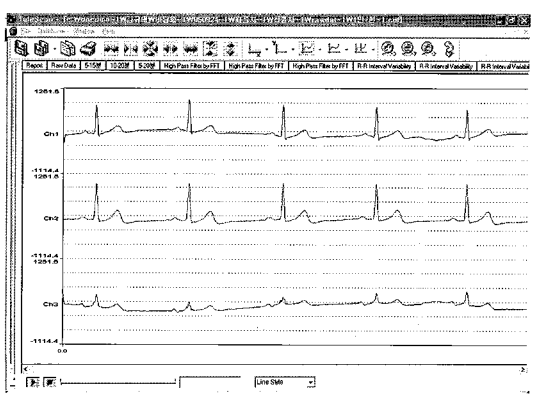
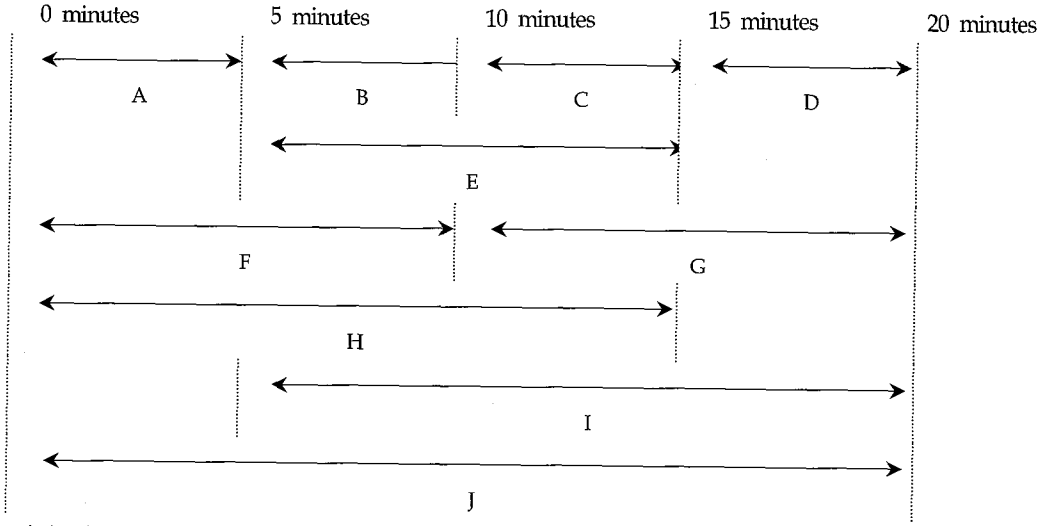


Figure 4. The electrocardiogram for 20 minutes.



* A= 1st 5minutes interval, B = 2nd 5minutes interval, C = 3rd 5minutes interval, D = 4th 5minutes interval, E = 1st 10minutes interval, F = 2nd 10minutes interval, G = 3rd 10minutes interval, H = 1st 15minutes interval, I = 2nd 15minutes interval, J = 20 minutes interval

Figure 5. The divided region of DATA

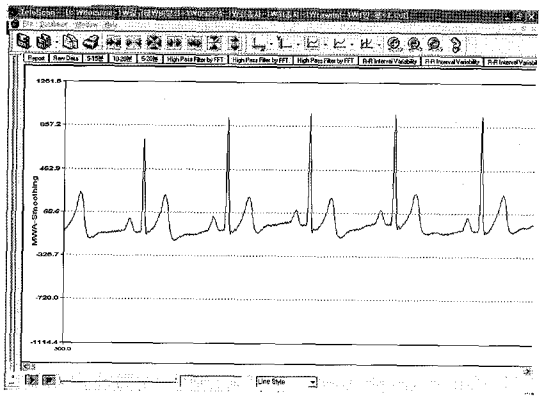


Figure 6. The electrocardiogram(Lead-II) divided by time

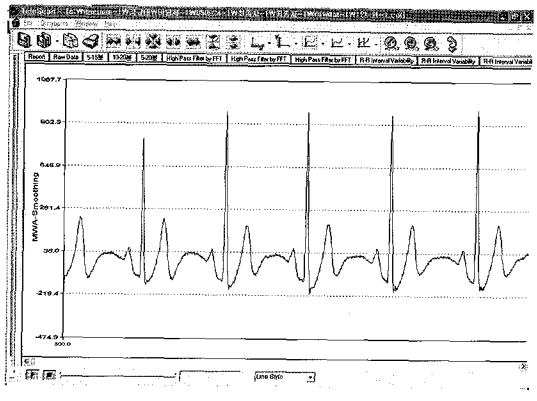


Figure 7. The electrocardiogram(Lead-II) filtered

2) 측정 결과 처리 및 분석

(1) 측정 결과 처리

심전도 데이터에서 R피크가 가장 명확한 Lead-II신호를 선택하고, 20분간의 심전도 데이터를 10개의 구간으로 나누어 시간영역분석지표와 주파수영역분석지표를 산출하였고, 이를 이용하여 반복성과 재현성을 평가하였다(Figure 5, 6).

R-R intervals 신호를 추출하기 전에 심전도에 혼입된 몸 움직임에 의한 저주파 잡음을 제거하기 위해서 LAXTHA사에서 추천하는 High Pass Filtering(심전도에서 2Hz이상의 신호만을 추출)을 이용하였다[29](Figure 7).

잡음이 제거된 심전도에서 R-R intervals 신호를 추출하였다[29](Figure 8).

R-R intervals 신호에서 LF(0.04-0.15Hz), HF (0.15-0.4Hz), TP(0-0.1Hz), LF/HF, SDNN, RMS-SD 값을 추출하였다[29]. 그리고 추출된 값들을 시간별로 필터링하여 Excel에 저장하였다.

(2) 측정 결과 분석

MINITAB statistical software(ver. 13.20)를 사

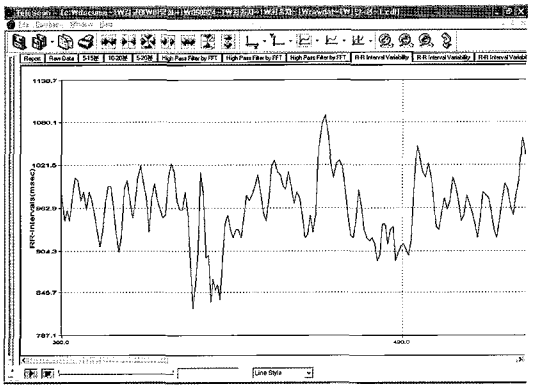


Figure 8. The R-R intervals of electrocardiogram

Table Ⅱ. The result of Gage R&R

time		TP	LF	HF	LF/HF	ln TP	SDNN	RMSSD
0-5minutes	%Study Var	66.22	59.17	41.79	47.99	69.67	68.73	51.18
	Number of Distinct Categories	2	2	3	3	1	1	2
5-10minutes	%Study Var	62.00	81.96	42.00	60.33	57.41	60.15	61.98
	Number of Distinct Categories	2	1	3	2	2	2	2
10-15minutes	%Study Var	69.68	69.93	32.68	65.27	68.23	61.70	67.69
	Number of Distinct Categories	1	1	4	2	2	2	2
15-20minutes	%Study Var	89.71	71.17		65.15	84.31	87.62	68.04
	Number of Distinct Categories	1	1		2	1	1	2
0-10minutes	%Study Var	69.56	63.49	34.43	42.08	67.34	65.65	54.76
	Number of Distinct Categories	1	2	4	3	2	2	2
5-15minutes	%Study Var	80.62	78.07	41.52	63.54	81.14	66.34	62.22
	Number of Distinct Categories	1	1	3	2	1	2	2
10-20minutes	%Study Var	78.12	58.01	32.07	36.53	83.57	70.99	38.30
	Number of Distinct Categories	1	2	4	2	1	1	2
0-15minutes	%Study Var	69.61	63.69	34.44	42.13	67.36	65.33	56.40
	Number of Distinct Categories	1	2	4	3	2	2	2
5-20minutes	%Study Var	80.62	78.07	41.52	63.54	81.14	61.16	63.17
	Number of Distinct Categories	1	1	3	2	1	2	2
0-20minutes	%Study Var	66.58	62.28	33.56	45.13	62.52	65.28	56.93
	Number of Distinct Categories	2	2	4	3	2	2	2

용하여 재현성과 반복성을 확인하기 위해 다음과 같은 과정을 거쳤다. Excel에 저장된 측정 결과를 MINITAB의 worksheet로 옮겨 Stat -> Quality Tools -> Gage R&R Study(Crossed) 를 이용하여 분석을 수행하였다. 분석 결과는 반복성 오차, 재현성 오차를 합친 측정 시스템 오차를 통하여 얻었다. 분석 결과 중 Total Gage R&R의 %Study Var값이 30이하이고, Number of Distinct Categories 값이 4이상일 경우 신뢰성이 있다고 볼 수 있다[22,30].

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for HF

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	4942969	1235742	103.424	0.00000
operator	2	35020	17510	1.465	0.28690
operator*part	8	95586	11948	0.636	0.73620
Repeatability	15	281607	18774		
Total	29	5355183			

Figure 10. Two-Way ANOVA Table With Interaction(15-20 mins).

Ⅲ. 연구결과

위의 연구방법으로 얻어진 TP, LF, HF, LF/HF, ln TP, SDNN, RMS-SD의 값들을 Minitab을 이용하여 분석하여 %Study Var과 Number of Distinct Categories만을 정리한 결과는 다음과 같다(Table Ⅱ).

위의 결과들로 미루어 볼 때 후반 5분구간(15-20분) 중 주파수영역분석 지표인 HF의 값이 MINITAB 분석 상 %Study Var값이 27.41, Number of Distinct Categories 값이 5로 재현성과 반복성이 있는 것으로 나타났다.

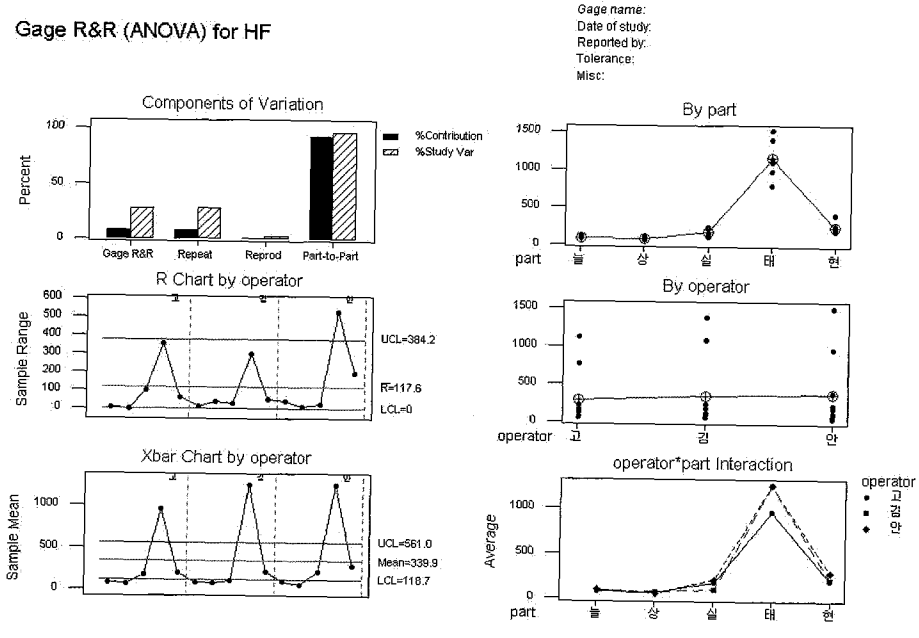


Figure 9. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (15-20 mins)

중후반 5분구간(10-15분), 전반 10분구간(0-10분), 후반 10분구간(10-20분), 전반 15분구간(0-15분), 전구간(0-20분) 중 주파수영역분석 지표인 HF값도 MINITAB 분석 상 %Study Var값, Number of Distinct Categories 값이 각각 32.68, 4 / 34.43, 4 / 32.07, 4 / 34.44, 4 / 33.56, 4 로 재현성과 반복성이 충분하진 않았지만 의미 있는 값으로 나타났다.

후반 5분구간(15-20분)의 측정 시간 중 주파수영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 9).

후반 5분구간에서의 HF 측정 결과 재현성이 반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 각 측정자별로 각 피검자를 반복 측정한 측정값의 범위를 타점한 그림으로 측정자 '안'이 측정한 검사값 중 한 번이 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있었으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 각 측정자별로 각 피검자을 반복 측정한 측정값의 평균을 타점한 그림으로 측정자간의 그래프 모양이 측정자간에 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피검자중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 수평으로 유지 되므로 측정자간에 재현성이 양호했다. 측정자와 부품의 교호작용 그래프(Operator*Part Interaction)는 각 피검자별로 각 측정자의 측정 평균을 따로 구하여, 이를 그래프로 나타낸 것이다. Operator*Part Interaction (Figure 9)의 경우 그래프 상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 10)에서 교호작용(Operator*Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.73620 으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

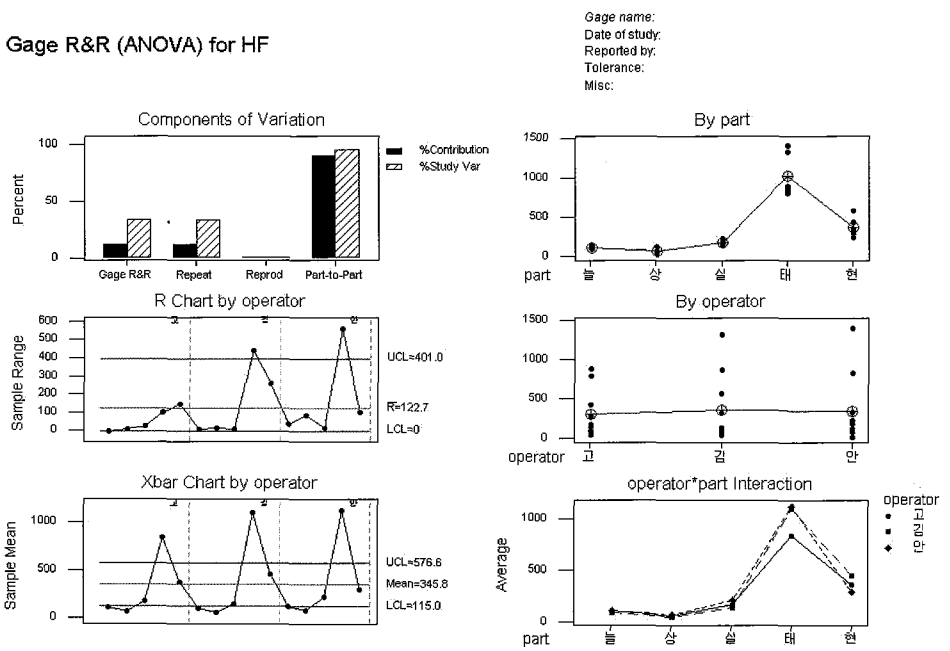


Figure 11. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (10–15 mins)

중후반 5분구간(10-15분)의 측정 시간 중 주파수영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 11).

중후반 5분구간에서의 HF 측정 결과 재현성이 반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 측정자 '안'과 '김'이 측정한 검사 값이 한 번씩 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있었으므로, 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 측정자간에 그래프 모양이 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피검자 중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 측정자간에 재현성이 양호했다. Operator*Part Interaction(Figure 11)의 경우 그래프 상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 12)에서 교호작용(Operator*Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.73931으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

Gage R&R for HF

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	3784486	946122	70.5822	0.00000
operator	2	19942	9971	0.7438	0.50550
operator*part	8	107236	13405	0.6324	0.73931
Repeatability	15	317950	21197		
Total	29	4229615			

Figure 12. Two-Way ANOVA Table With Interaction (10-15 mins)

전반 10분구간(0-10분)의 측정 시간 중 주파수영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 13).

전반 10분구간에서의 HF 측정 결과 재현성이

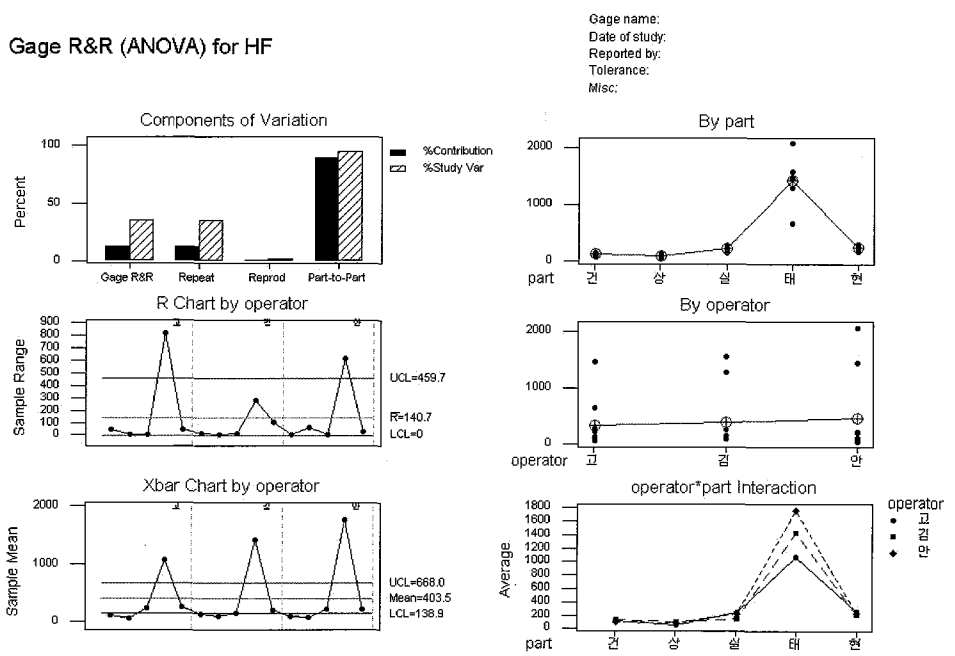


Figure 13. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (0-10 mins)

반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 측정자 '안'과 '고'가 측정한 검사 값이 한 번씩 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있었으므로 측정자 '안'과 '고'를 제외한 모든 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 측정자간에 그래프 모양이 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피검자중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 수평으로 유지됐으므로 측정자간에 재현성이 양호했다. Operator* Part Interaction(Figure 13)의 경우 그래프 상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 14)에서 교호작용(Operator * Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.31537 으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

Gage R&R for HF

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	7806283	1951571	38.8230	0.00003
operator	2	86714	43357	0.8625	0.45793
operator*part	8	402147	50268	1.2983	0.31537
Repeatability	15	580790	38719		
Total	29	8875934			

Figure 14. Two-Way ANOVA Table With Interaction (0-10 mins)

전반 15분구간(0-15분)의 측정 시간 중 주파수 영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 15).

전반 15분구간에서의 HF 측정 결과 재현성이 반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 측정자 '안'과 '고'가 측정한 검사 값이 한 번씩 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있

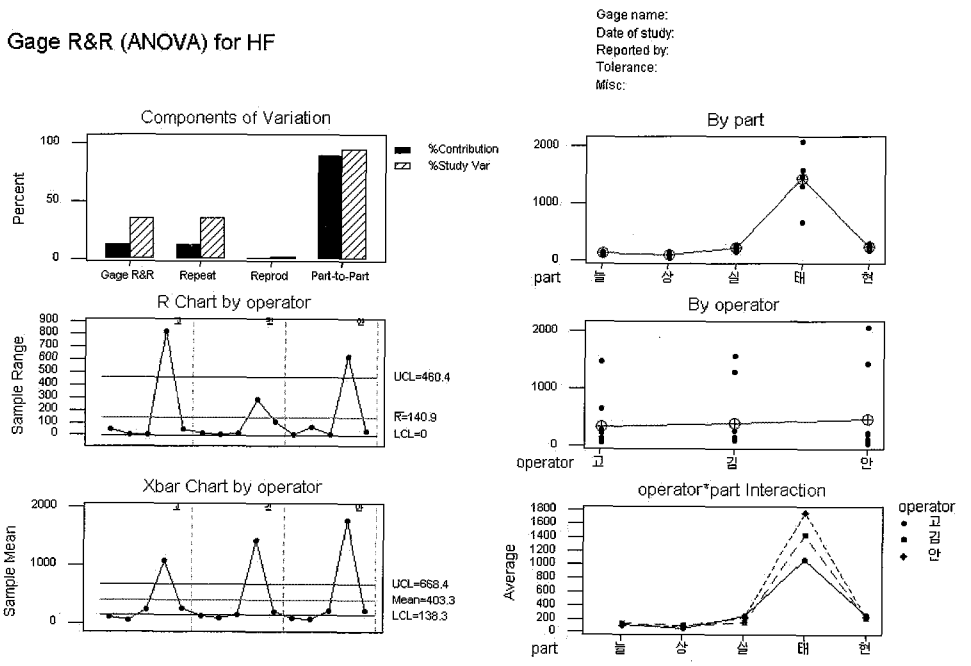


Figure 15. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (0-15 mins)

었으므로 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 측정자간에 그래프 모양이 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피검자 중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 수평으로 유지됐으므로 측정자간에 재현성이 양호했다. Operator* Part Interaction(Figure 15)의 경우 그래프 상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 16)에서 교호작용(Operator * Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.32005 으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

Gage R&R for HF

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	7799482	1949870	38.9657	0.00003
operator	2	86251	43125	0.8618	0.45819
operator*part	8	400326	50041	1.2878	0.32005
Repeatability	15	582876	38858		
Total	29	8868935			

Figure 16. Two-Way ANOVA Table With Interaction (0-15 mins)

전구간(0-20분)의 측정 시간 중 주파수영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 17).

전구간에서의 HF 측정 결과 재현성이 반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 측정자 '안'과 '고'가 측정한 검사 값이 한 번씩 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있었으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 측정자간에 그래프 모양이 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피

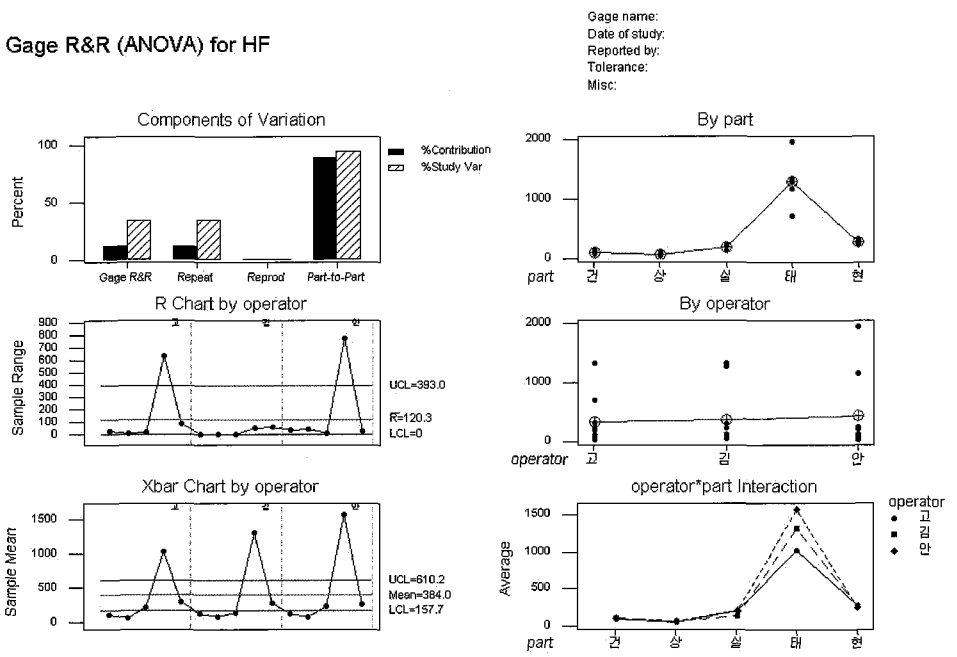


Figure 17. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (0-20 mins)

검자중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 수평으로 유지됐으므로 측정자간에 재현성이 양호했다. Operator* Part Interaction(Figure 17)의 경우 그래프 상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 18)에서 교호작용(Operator * Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.56158 으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

후반 10분구간(10-20분)의 측정 시간 중 주파수 영역분석 지표인 HF의 분석 그래프를 보면 다음과 같았다(Figure 19).

후반 10분구간에서의 HF 측정 결과 재현성이 반복성보다 좋았다. 범위 관리도(R chart)는 측정자 '안'이 측정한 검사 값이 한 번씩 관리상태에서 벗어나 있었을 뿐 대부분 관리상태에 있었으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 평균 관리도(Xbar chart)는 측정자간에 그래프 모양이 비슷한 형태를 나타냈으므로 측정자간에 측정 일관성이 있었다. 부품별 측정값 그래프(By part)는 피

Gage R&R for HF

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	6441139	1610285	52.9673	0.00001
operator	2	58008	29004	0.9540	0.42502
operator*part	8	243212	30402	0.8699	0.56158
Repeatability	15	524254	34950		
Total	29	7266613			

Figure 18. Two-Way ANOVA Table With Interaction (0-20 mins)

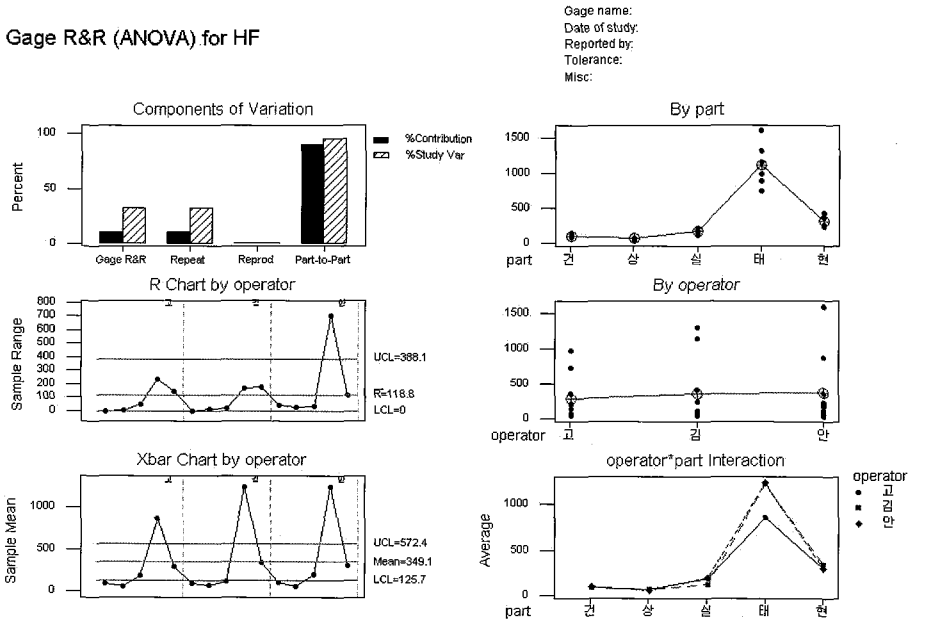


Figure 19. The graph of gage R&R(ANOVA) for HF (10-20 mins)

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	4	4551014	1137753	58.5353	0.00001
operator	2	37882	18941	0.9745	0.41807
operator*part	8	155496	19437	0.8704	0.56119
Repeatability	15	334963	22331		
Total	29	5079354			

Figure 20. Two-Way ANOVA Table With Interaction (10-20 mins)

검자중 '태'를 제외하고는 피검자별로 측정값의 산포가 적었다. 그리고 피검자 '태'를 제외하고는 각 피검자별 평균값의 차이가 크지 않았다. 측정자별 측정값 그래프(By Operator)는 수평으로 유지됐으므로 측정자간에 재현성이 양호했다. Operator*Part Interaction(Figure 19)의 경우 그래프상 뚜렷한 교호작용이 없었고, 이는 분산분석표(Figure 20)에서 교호작용(Operator * Part)의 유의수준을 나타내는 P-value가 0.56119 으로 측정자와 피검자간에 교호작용이 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

Ⅳ. 고 찰

자율신경은 작용이 매우 신속하고, 여러 내부장기에 분포하여, 상반된 기능을 가지면서 보완적으로 작용하여 인체의 균형을 유지시키는 기능을 한다. 이는 전통적으로 韓醫學에서 말하는 陰陽의 특성과 유사하여, 교감신경의 기능은 陽, 부교감신경의 기능은 陰의 특성과 비슷하다[1]. 이런 관점으로 韓醫學에서는 鍼治療[7,9,10,13]와 艾灸刺戟[21]의 효과를 心搏變移度와 관련하여 연구하고 있다.

최[20] 등은 심박변이도의 임상적 연구를 표준화하기 위해서는 연구 성격상 다른 설계를 필요로 하지 않는 한, 5분 단기기록과 24시간기록을 사용하여야 하며, 생리적으로 안정된 조건에서 얻어진 5분 단기기록은 주파수영역분석으로, 24시간기록은 시간영역으로 처리하여야 한다고 하였다. 그러나 여러 연구[14-17]에서 이 표준화가 지켜지고 있지 않았고, 본 연구에서도 5분간의 측정으로는 재현성과 반복성이 얻어지지 못했기 때문에 현재까지 적용된 측정시간에는 다소 문제가 있다고 사료된다.

그러므로 얼마 동안의 측정 시간과 어떤 측정지표가 재현성과 반복성이 있는지에 관한 연구가 필요하지만, 현재까지 이런 연구가 진행된 적이 없었기에 본 연구를 행하였다.

HRV은 자세[23], 신체 버릇[31], 체중[24], 아침과 저녁, 잠잘 때의 시간[25], 신체적 건강함[26], 음식 섭취[27], 약물 특히 항콜린계[28]의 영향을 받는 것으로 연구되어졌다. 그렇기 때문에 HRV 측정시 이러한 변수를 고려해야한다. 본 연구에서도 최대한 이러한 원인들을 제어하였다.

측정치를 얻기 위한 모든 장치의 총칭을 계측기 또는 게이지라고 하며, 반복성과 재현성을 합한 것, 즉 측정시스템의 변동을 'Gage R&R'이라고 부른다. 이런 이유로 측정시스템의 변동량 분석, 즉 측정시스템의 정밀도 분석을 'Gage R&R study'라고 칭한다. Gage R&R study에서는 반복성과 재현성의 합에 관련된 변동량을 총변동량에 대한 비율로 계산함으로써 해당 측정시스템의 신뢰성을 평가한다[22]. %R&R(MINITAB에서는 %Study Var)은 R&R의 변동량을 총변동량으로 나누어 100을 곱한 값이다. %R&R이란 평가대상의 측정시스템이 피검자의 변화를 탐지할 능력을 갖고 있는 지를 평가하는 것이다. %R&R값이 작은 상황(우수한 측정시스템)일 경우에는 ANOVA 방법을 사용하는 것이 좋으며, %R&R값이 크고 재현성이 반복성보다 매우 큰 경우에는 ML방법을 사용하는 것이 바람직하다[32]. 본 연구에서는 ANOVA 방법을 사용하였다.

범위 관리도(R chart)는 각 측정자별로 각 피검

자를 반복 측정한 측정값의 범위를 타점한 그림이다. 범위 관리도를 통하여 측정자간의 측정 일관성과 반복성에 관한 통계적 관리상태를 분석할 수 있다. 평균 관리도(Xbar chart)는 각 측정자별로 각 피검자을 반복 측정한 측정값의 평균을 타점한 그림이다. 평균 관리도를 통하여 측정자간의 측정 일관성과 측정시스템의 사용 적합성을 분석할 수 있다. 평균관리도에서 측정자간의 그래프 모양을 비교하여 측정자간에 비슷한 형태로 나타난다면, 측정자간에 측정 일관성이 있는 것으로 판정한다[32].

본 연구의 실험 결과는 후반 5분구간의 측정시간 중 주파수영역분석 지표인 HF의 값이 MINITAB 분석 상 %Study Var값이 27.41, Number of Distinct Categories 값이 5로 재현성과 반복성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 중후반 5분구간, 전반 10분구간, 후반 10분구간, 전반 15분구간, 전구간에서의 주파수영역분석 지표인 HF값도 MINITAB 분석 상 %Study Var값, Number of Distinct Categories 값이 32.68, 4 / 34.43, 4 / 32.07, 4/ 34.44, 4 / 33.56, 4 로 재현성과 반복성이 충분하진 않았지만 의미 있는 값으로 나타났다.

Gage R&R study에서 사용되는 피검자는 일반인의 변동량을 대변할 수 있어야 한다. 만일 피검자가 일반인의 평균에 가까운 사람으로만 뽑으면 변동량이 과소 평가되어 일반인의 변동량이 실제보다 작은 값으로 추정되므로 %R&R값이 실제보다 나쁘게 나타난다[32]. 본 연구에서는 피검자의 연령을 20대 중후반으로 통제하였고, 다른 신체조건도 유사했으므로 일반인의 변동량을 대변할 수는 없었다. 하지만 이런 제한적인 조건에서도 신뢰성이 있는 측정 시간과 지표을 얻었기 때문에 본 연구 결과는 상당한 의미를 갖는다고 사료된다. 다만 본 연구는 피검자의 수가 많지 않았기 때문에 피검자의 수를 많이 한 연구와 본 연구의 결과가 동일할지에 대한 의문에는 쉽게 답하기 어렵다. 또한 본 연구에서는 HRV에 영향을 미치는 여러 인자들을 가능한 한 제한한 후 측정이 이루어졌기 때문에 추후 이런 인자들을 고려한 추가 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

심박변이도 측정과정에서 신뢰성있는 측정 시간대를 설정하기 위해, 피검자 5명의 심박변이도를 3명의 검사자가 20분간 2회씩 총 30회 측정한 후, 시간영역지표와 주파수영역지표를 일정시간으로 구분한 다음 시간영역과 주파수영역에서 재현성과 반복성을 분석한 결과 다음과 같은 결론를 얻었다.

1. 재현성과 반복성이 있는 측정 구간과 측정 지표는 후반 5분구간과 HF이었다.
2. HF 값은 후반 5분구간에서 반복성에 비해 재현성이 양호하였으며 측정자간 일관성도 유지하고 있었다. 측정자와 피검자간에 교호작용은 없었다.
3. 중후반 5분구간, 전반 10분구간, 후반 10분구간, 전반 15분구간, 전구간에서HF값은 재현성과 반복성이 충분하진 않았지만, 의미 있는 값으로 나타났다.

따라서 HF 영역은 20분간 HRV 측정 후, 후반 5분구간에서 평가하는 것이 신뢰성있을 것으로 사료되며, 현재 사용하는 5분 측정방법은 HF 영역에서 신뢰성 있는 지표 값을 얻기에 부족한 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 이정호, 송지영, 황의완, 정두훈, 김영미. 기능성 위장장애 환자의 자율신경계기능과 음양체질 특성에 관한 연구. 신경정신의학. 1999; 38(4): 723-737.
2. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science. 1981; 213(44): 220-222.
3. Ziegler D, Piolot R, Strassburger K, Lambeck H, Dannehl K. Normal ranges and reproducibility of statistical, geometric, frequency domain, and non-linear measures of 24-hour heart rate variability. Horm Metab Res. 1999; 31(12): 672-679.
4. Task Force of the 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: 1043-1065.
5. Migliaro ER, Contreras P, Bech S, Etxagibel A, Castro M, Ricca R, Vicente K. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2001; 34: 493-500.
6. 박정준, 임낙철, 설인찬. HRV 측정으로 본 불면증 환자에 대한 연구. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2004; 13(1): 39-45.
7. 김정신, 황욱, 배기태, 남상수, 김용석. 소부(HT8) 자침이 정신적 스트레스를 가한 성인의 심박변이도에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2004; 21(5): 227-239.
8. Lee YC, Wang HP, Lin LY, Lee BC, Chiu HM, Wu MS, Chen MF, Lin JT. Heart rate variability in patients with different manifestations of gastroesophageal reflux disease. Autonomic Neuroscience. 2004; 116(1-2): 39-45.
9. 설현, 육태환. 견정혈 황련해독탕약침이 심박변이율(HRV)에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2004; 21(6): 37-50.
10. 김민수, 곽민아, 장우석, 이기태, 정기삼, 정태영, 서정철, 서해경, 안희덕. 전침 자극이 정상 성인의 심박변동에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003; 20(4): 157-169.
11. La Rovere MT, Pinna GD, Maestri R, Mortara A, Capomolla S, Febo O, Ferrari R, Franchini M, Gnemmi M, Opasich C, Riccardi PG, Traversi E, Cobelli F. Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure patients. Circulation. 2003; 107(4): 565-570.
12. 박상민, 이상훈, 정지철, 김건형, 박히준, 임사비나, 장대일, 이윤호. 특발성 파킨슨병 환자의 임상척도에 따른 심박변이도의 변화에 대한 연구. 대한침구학회지. 2005; 22(3): 137-144.
13. 정인태, 이상훈, 김수영, 차남현, 김건식, 이두익, 이재동, 임사비나, 이윤호, 최도영. 만성두통환자에 대한 침치료가 심박변이도에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2005; 22(3): 105-112.
14. Longin E, Schaible T, Lenz T, Konig S. Short term heart rate variability in healthy neonates: normative data and physiological observations. Early Hum Dev. 2005; 81(8): 663-671.
15. Marks BL, Lightfoot JT. Reproducibility of resting heart rate variability with short sampling periods. Can J Appl Physiol. 1999;

24(4): 337-348.
16. Rassi D, Mishin A, Zhuravlev YE, Matthes J. Time domain correlation analysis of heart rate variability in preterm neonates. Early Hum Dev. 2005; 81(4): 341-350.
17. Evrengul H, Tanriverdi H, Dursunoglu D, Kaftan A, Kuru O, Unlu U, Kilic M. Time and frequency domain analyses of heart rate variability in patients with epilepsy. Epilepsy. 2005; 63(2-3): 131-139.
18. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. J Am Coll Cardiol. 1998; 31(3): 593-601.
19. 김대필, 최유석, 박영희, 금동호. 심박수 변이도(Heart Rate Variability)를 이용해 고찰한 자율신경실조증 환자의 치험례. 한방재활의학과학회지. 2004; 14(3): 173-185.
20. 최병문, 노규정. 심박변이도(Heart rate variability). 정맥마취. 2004; 8: 45-86.
21. 김동훈, 김규태, 박영재, 박영배. 애구자극이 심박변이도에 미치는 영향. 대한한의진단학회지. 2004; 8(2): 105-113.
22. 이승훈. Minitab 측정시스템분석. 이레테크. 2002.
23. Mizuno K, Inoue Y, Tanaka H, Komada Y, Saito H, Mishima K, Shirakawa S. Heart rate variability under acute simulated microgravity during daytime waking state and nocturnal sleep: comparison of horizontal and 6 degrees head-down bed rest. Neurosci Lett. 2005 Jul 22-29; 383(1-2): 115-120.
24. Hirsch J, Leibel RL, Mackintosh R, Aguirre A. Heart rate variability as a measure of autonomic function during weight change in humans. Am J Physiol. 1991 Dec; 261(6 Pt 2): R1418-423.
25. Ewing DJ, Neilson JM, Travis P. New method for assessing cardiac parasympathetic activity using 24 hour electrocardiograms. Br Heart J. 1984 Oct; 52(4): 396-402.
26. De Meersman RE. Heart rate variability and aerobic fitness. Am Heart J. 1993 Mar; 125(3): 726-731.
27. Ryan SM, Goldberger AL, Ruthazer R, Mietus J, Lipsitz LA. Spectral analysis of heart rate dynamics in elderly persons with postprandial hypotension. Am J Cardiol. 1992 Jan 15; 69(3): 201-205.
28. Jakobsen J, Hauksson P, Vestergaard P. Heart rate variation in patients treated with antidepressants. An index of anticholinergic effects? Psychopharmacology (Berl). 1984; 84(4): 544-548.
29. Http://www.laxtha.com/SiteView.asp?x=7&y=45&z=37&infid=186.
30. 신상훈, 장우영, 임혜원, 박영배. 경혈측정 시스템의 최적화 연구. 대한한의진단학회지. 2003; 7(1): 113-124.
31. Freeman R, Weiss ST, Roberts M, Zbikowski SM, Sparrow D. The relationship between heart rate variability and measures of body habitus. Clin Auton Res. 1995 Oct; 5(5): 261-266.
32. 이승훈. 통계적 방법을 이용한 측정시스템 분석에 관한 연구. 동의대학교대학원. 2000.