

원저

만성통증환자의 심박변이도(Heart Rate Variability) 분석을 통한 자율신경계 특징에 관한 연구

하선윤 · 김동민 · 조성연 · 임인환 · 김용석 · 남상수

경희대학교 강남경희한방병원 침구과

Abstract

Analysis of Autonomic Nerve System by Analyzing the Herat Rate Variability(HRV) in Chronic Musculoskeletal Pain

Ha Seon-yun, Kim Dong-min, Cho Seong-yeun, Im In-hwan, Kim Yong-suk
and Nam Sang-soo

Dept. of Acupuncture & Moxibustion, Kangnam Kyung Hee Korean Hospital,
Kyung Hee University

Objectives : Chronic pain affects and is affected by physical and psychosocial factors. It also has a complicated and indefinite mechanism. This research is for clarifying relations with chronic pain, stress, and autonomic nerve system by comparing HRV and Stress Reaction Index(SRI) of chronic pain patients with those of acute pain patients.

Methods : The subjects were 32 patients who visited Kangnam Kyunghee Hospital for nuchal pain or low back pain treatment from March 2008 to September 2008. Among them, 16 patients who suffered over 6 months are classified chronic pain group and 16 patients who suffered under 6 months as acute pain group. All subjects had their HRV(SA-2000E: Medcore Co.Ltd. Korea) and SRI measured at first visit. We studied the difference of HRV between two groups.(Statistics by Student t-test, $p < 0.05$)

Results : R-MSSD, TP, VLF, LF, HF and LF/HF ratio of the chronic pain group were significantly lower than those of the acute pain group. Compared with those of the acute pain group, total SRI of the chronic pain group were low but it's not significant except frustration.

Conclusion : The results of HRV of the chronic pain group patients show that chronic pain is related to psychosocial factor and autonomic disturbance.

Key words : chronic pain, Heart Rate Variability, HRV, Psychosocial factor

· 접수 : 2008. 11. 10. · 수정 : 2008. 11. 27. · 채택 : 2008. 11. 28.
· 교신저자 : 남상수, 서울특별시 강남구 대치2동 994-5번지 경희대학교 강남경희한방병원 침구과
Tel. 02-3457-9010 E-mail : dangun66@yahoo.co.kr

I. 서 론

국제통증연구학회는 통증을 실제적이거나 잠재적인 조직 손상과 연관되거나 그러한 손상의 관점에서 묘사되는 불쾌한 감각 및 정서 경험으로 정의하였다¹⁾. 이러한 정의는 신체적 상해와 통증의 직접적인 관계를 주장하는 함정을 회피하는 대신에 개인의 경험에 그 초점을 두고 있다. 그러므로 통증 경험의 복잡성을 심리적 요인으로 설명하려는 많은 노력이 있어 왔던 것이다. 특히 만성통증에서 행동 및 심리적 요인은 중요한 역할을 하고, 통증 행동에 뚜렷한 영향을 미친다²⁾.

만성통증은 6개월 이상 지속되는 통증을 의미하지만 그 기간에는 논란이 많다. McCaffery는 통증을 “그 사람이 경험하고 존재한다고 말하는 무엇”이라고 정의하고, 6개월 이상 지속되는 만성통증은 병리적 원인과 관계가 있고 그 성질은 제한적이고 간헐적 또는 지속적이라고 했다. 만성통증이란 6개월 이상 계속되는 통증으로 고식적, 전통적 치료나 수술에 반응하지 않는 통증이라고 정의된다^{3,4)}.

만성통증은 급성통증에 비해 명백한 특징을 가진다. 이는 ‘급성통증에서는 통증이 병의 증상의 하나라면, 만성 통증에서는 통증 그 자체가 병’이라고 설명된다⁵⁾. 다시 말해 만성통증은 원래 병의 원인이었던 것과 구별되는 독자적인 병리학적 실체로 받아들여야 하며, 신체적·심리적 및 사회적으로 특유의 해로운 결과를 야기하기도 한다는 것이다⁶⁾.

Fordyce는 만성통증과 그 치료에서 행동 및 심리 사회적 요인의 중요성을 강조하였다. 그는 특별히 많은 치료 절차와 통증환자 주변의 사람들이 통증에 대해서 불평하거나 통증행동을 보일 때 그 통증행동에 보상을 주게 되는 것이라고 강조하였다⁷⁾.

유재웅 등⁸⁾은 만성요통 환자가 일반 정상인에 비해 높은 우울 수준을 가지며, 이는 신체적으로 정상인 이들에 비해 만성요통 환자들이 지속적인 통증문제에 대한 좌절감을 가지며, 활동능력의 제한으로 인해 일상생활 및 대인관계에 있어서 불만족스러워하고 더욱 심할 경우에는 직장 생활이나 생업에 종사하기를 어려워하며 무능력해지기 때문이라고 하였다. 이외에도 자신의 건강에 대해 지나치게 불안해하는 증가된 민감성(심기증), 수면장애, 식욕의 변화 및 모든 일에 흥미를 잃어가면서 우울수준은 더욱 증가하였다. 이러한 만성요통 환자의 우울 수준에 가장 큰 영향을 미

치는 요인은 일상생활에서의 대인관계 만족도였고 그 다음으로 신체적 증상, 자기비하, 그리고 염세적 성향의 순이었다.

이처럼 통증에 대한 심리학적인 면을 밝히고자 하는 많은 연구들이 있어 왔는데, 최근 연구들을 살펴보면 사회, 심리적인 요인들로 인한 스트레스가 자율신경계에 영향을 주고 통증을 유발하는 것으로 나타났다⁹⁻¹¹⁾.

자율신경계 기능을 측정할 수 있는 심박변이도(Heart Rate Variability 이하 HRV) 분석방법은 교감-부교감 신경의 균형상태를 평가하는 신뢰성과 재현성이 높은 비침습적인 평가 방법이다¹²⁾. 이는 자율신경발란스를 구하여 현재의 스트레스 존재 유무와 급성 혹은 만성 여부를 알아내는 방법으로, 과학적인 분석을 통한 스트레스의 평가와 함께 해소의 지침을 마련하는 데 도움이 되고 있다¹³⁾.

만성통증의 경우 심리적인 문제와 보다 높은 관련성을 보이며 이로 인해 자율신경계 기능 실조 증상으로 나타날 수 있다고 생각하여 만성 경향통, 요통 환자를 대상으로 하여 stress 설문지와 HRV를 실시하여 만성통증 환자의 스트레스 정도와 자율신경계 기능을 급성통증 환자와 비교, 평가해보고자 하였다.

II. 연구대상과 방법

1. 연구대상

2008년 3월부터 2008년 9월까지 강남경희 한방병원 침구과를 내원한 환자 중 아래의 선정 기준을 만족하고 배제 기준에 포함되지 않은 32명을 대상으로 하였다. 급성은 발병 시점에서 6개월 미만, 만성은 발병 시점에서 6개월 이상으로 정하였다.

1) Inclusion criteria

- ① 20세 이상 60세 이하 연령의 환자
- ② 경향통이나 상지방사통, 요통이나 하지방사통 호소가 있는 환자
- ③ 최초 내원 당시 통증 VAS \geq 2

2) Exclusion criteria

- ① 20세 미만 60세 이상 연령의 환자
- ② 최초 내원 당시 통증 VAS $<$ 2
- ③ 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 심혈관계 질환

환, 정신질환, 자율 신경계 질환

- ④ 소염진통제 등 약물 복용자
- ⑤ 외상 등 급격한 손상 병력이 있는 환자

2. 평가

1) HRV(Heart Rate Variability)

HRV의 측정 시 외적 환경에 의하여 자율신경계가 영향을 받지 않도록 하기 위하여 실험실의 온도는 20-25℃를 유지하였고, 조명이 밝고 조용한 방에서 실시하였으며, 연구대상자는 환자용 의자에 편안히 앉은 후 안정이 되기를 기다린 후 좌우 손목부위와 좌측 발목부위에 각각 전극(electrodes)을 부착하여 5분간 측정하였다. 측정에는 심박변이 측정용 맥파계인 SA-2000E (Medicore Co Ltd. Korea)를 사용하였다.

HRV를 통해 시간영역과 주파수영역을 측정하여 결과를 비교하였다. 시간영역지수로는 평균 심박수, SDNN(Standard Deviation of all R-R intervals : RMSM indexes), R-MSSD(the square root of the mean of the sum of the squares of differences of between adjacent R-R intervals)를 확인하였고 주파수영역지수로는 TP(total power : VLF, LF, HF를 포함한 5분 동안의 전체 power를 의미), VLF(Very low frequency : 0~0.04Hz에 해당하는 주파수 대역의 강도), LF(low frequency: 0.04~0.15Hz에 해당하는 주파수 대역의 강도), HF(high frequency: 0.15~0.4Hz에 해당하는 주파수 대역의 강도), normalized HF, normalized LF, LF/HF ratio를 확인하였다.

2) SRI(Stress Reaction Index)

스트레스 정도는 고경봉 등이 개발한 스트레스 반응척도를 이용하여 평가하였다. 이 척도는 총 39문항으로 4가지 스트레스 반응, 즉 감정적·신체적·인지적·행동적 반응들이 포함되었고 7개의 하위척도로 구성되었다. 하위척도는 긴장 6문항, 공격성 4문항, 신체화 3문항, 분노 6문항, 우울 8문항, 피로 5문항, 좌절 7문항으로 구성되었다. 각 문항에 “아주 그렇다(4점)” “거의 그렇다(3점)” “그렇다(2점)” “거의 그렇지 않다(1점)” “전혀 그렇지 않다(0점)”의 5점 척도로 구성되었고 최저 0점에서 최고 156점으로 점수가 높을수록 스트레스 반응이 높음을 의미한다.

3) 통증 평가

① VAS scale

통증이 없는 상태를 0, 참을 수 없는 통증을 10으로 표시해 놓고 피험자가 숫자를 선택하도록 하였다. 가장 많이 쓰이는 방법 중의 하나이며, 수집이 편리하고 단기간의 변화에 따른 신뢰성도 비교적 좋은 방법이다.

② Neck Disability Index(NDI)

NDI는 환자에 의해 작성되는 선다형 설문으로서 일상생활에 각각 10개의 항목으로 구성되어 있다. 각 항목에서는 일상생활의 장애를 6가지 단계(1점-6점)로 기술하며 경향통을 평가하는데 기능적인 상태로 나타낸 것이다. 운전에 관한 항목 등 해당 사항이 없는 경우 무응답으로 처리하였으며 전체 점수를 응답한 항목 수로 나누어서 평가하였다.

③ Oswestry Disability Index(ODI)

ODI는 환자에 의해 작성되는 선다형 설문으로 일상생활 중 각각의 동작과 관련된 10개의 항목으로 구성되어 있다. 이 방법은 요통을 평가하는데 기능적인 상태를 수치로 나타낸 것으로¹⁴⁾, 한국어 버전의 ODI를 이용하였다¹⁵⁾.

4) 통계 처리

실험결과는 SPSS 12K for Windows program으로 통계 처리를 하였으며, 통증과 HRV, SRI의 상관관계를 알아보기 위해서 Student t-test를, 성별의 비교를 위해서 chi-square test를 이용하였다.

III. 결 과

1. 일반적 특성

만성통증군의 경우 총 16명으로 남자 5명 여자 11명, 경향통 9명 요통 7명이며, 평균 연령은 39.25±11.04세, 통증 VAS는 4.96±2.46, NDI(ODI)는 1.73±0.63이다. 급성통증군은 총 16명으로 남자 5명 여자 11명, 경향통 9명 요통 7명이며, 평균 연령은 33.75±8.18세, 통증 VAS는 5.23±1.89, NDI(ODI)는 2.03±0.80이다. 두 그룹 간에 유의성 있는 차이는 보이지 않았다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of Patients

	Chronic(n=16)	Acute(n=16)	p-value
Age	39.25±11.04	33.75±8.18	0.090
Sex(M/F)	5/11	5/11	1.000*
Nuchal pain/LBP	9/7	9/7	1.000*
VAS	4.96±2.46	5.23±1.89	0.450
NDI or ODI	1.73±0.63	2.03±0.80	0.584

Values are means±SD.

Statistical significance was evaluated by student T-Test.

* : Statistical significance was evaluated by chi-square test.

2. 통증의 급성, 만성과 HRV의 상관관계

1) HRV 시간영역지수(Time Domain Index)

만성통증군의 평균 맥박수는 71.31±10.02회로 급성통증군의 평균인 74.31±7.81회보다 평균 맥박수가 낮게 측정되었으나, 유의성 있는 차이가 관찰되지는 않았다.

만성통증군의 SDNN이 34.99±7.94로 급성통증군의 측정치인 52.48±8.71보다 낮았으나 통계적으로 유의하지 않았다.

만성통증군의 R-MSSD의 평균값은 26.96±7.55로 급성통증군의 측정치 평균값인 39.96±14.60보다 통계적으로 유의하게 낮았다(Table 2).

Table 2. Comparison of Heart Rate Variability (Time Domain Index)

	Chronic	Acute	p-value
EH	71.31±10.02	74.31±7.81	0.373
SDNN	34.99±7.94	52.48±8.71	0.299
R-MSSD	26.96±7.55	39.96±14.60	0.015*

Values are means±SD.

Statistical significance was evaluated by student T-Test.

* : p-value<0.05

2) HRV이 주파수 영역분석

만성통증군의 경우 TP(total power)의 평균값이 796.62±311.42로 급성통증군의 TP 평균값인 2301.78±1217.61보다 낮았으며 통계적으로도 유의하였다.

만성통증군과 급성통증군의 VLF(very low frequency)값의 평균을 비교하였을 때, 만성통증군의 VLF 평균값이 468.66±206.36으로 급성군의 평균인

1321.28±1135.04에 비해 낮았으며 통계적으로 유의하였다.

만성통증군과 급성통증군의 LF(low frequency) 평균값을 비교하였을 때, 만성군이 148.52±86.97로 급성군의 549.78±183.77에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다.

만성통증군의 HF(high frequency) 평균값이 179.41±105.12로 급성통증군의 평균값인 430.68±375.51보다 낮았으며 통계적으로 유의한 결과를 나타내었다.

만성통증군의 Normalized LF 측정치 평균값은 46.18±13.36으로 급성통증군의 평균값인 61.02±20.85보다 낮았으나 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다.

만성통증군의 Normalized HF 측정치는 53.81±13.36으로 급성통증군의 40.85±19.90보다 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다.

만성통증군의 LF/HF ratio는 평균 0.98±0.53으로 급성통증군의 평균인 2.19±1.97보다 통계적으로 유의하게 낮았다(Table 3).

Table 3. Comparison of Heart Rate Variability (Spectrum Domain Index)

	Chronic	Acute	p-value
TP	796.62±311.42	2301.78±1217.61	0.009**
TP log	6.61±0.41	7.63±0.45	0.944
VLF	468.66±206.36	1321.28±1135.04	0.001**
VLF log	6.06±0.45	6.92±0.73	0.040*
LF	148.52±86.97	549.78±183.77	0.033*
LF log	4.831±0.60	6.26±0.42	0.361
HF	179.41±105.12	430.68±375.51	0.003**
HF log	5.01±0.65	5.61±0.72	0.886
LF norm	46.18±13.36	61.02±20.85	0.318
HF norm	53.81±13.36	40.85±19.90	0.380
LF/HF ratio	0.98±0.53	2.19±1.97	0.041*

Values are means±SD.

Statistical significance was evaluated by student T-Test.

* : p-value<0.05.

** : p-value<0.01.

3. 통증의 급성, 만성과 SRI의 상관관계

만성통증군과 급성통증군의 SRI를 비교하였을 때 Frustration 부분에서 만성통증군의 평균값이 4.00±2.09로 급성통증군의 7.13±5.19보다 통계적으로 유의하게 낮았다. 그 외 부분과 total SRI의 경우 만성통증군의

평균값이 급성통증군에 비해 모두 낮게 측정되었으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 4).

Table 4. Comparison of Stress Reaction Index

	Chronic	Acute	p-value
SRI total	20.73±12.14	30.81±19.89	0.91
Tension	3.27±2.02	4.13±3.16	0.420
Aggressiveness	0.47±0.83	1.13±1.59	0.062
Somatization	1.13±1.13	1.75±1.48	0.081
Anger	3.40±2.59	5.31±3.63	0.136
Depression	4.53±4.07	5.69±4.53	0.389
Fatigue	3.93±3.04	5.63±3.59	0.402
Frustration	4.00±2.09	7.13±5.19	0.012*

Values are means±SD.

Statistical significance was evaluated by student T-Test.

* : p-value<0.05.

IV. 고찰

모든 통증은 주관적이라고 볼 수 있다. 그러므로 통증은 복잡한 현상이며, 다양한 측면이 있기 때문에 이해하기가 쉽지 않다¹⁶⁾. 이에 다양한 방면으로 통증의 원인과 기전에 관한 연구들이 있어왔지만 아직 불명확하며, 특히 만성통증에 대한 병리학이나 병인학이 명확하게 수립되어 있지 않다¹⁷⁾. 지금까지 통증을 전달하는 말초신경계와 중추신경계의 역할, 그리고 신경전달물질들의 역할에 관한 많은 연구 업적에도 불구하고 통증의 지각 정도에는 감정 상태나 심리적 상태 또는 학습 등에 의해 차이가 있어¹⁸⁾ 통증을 개념화하는 데 신경학적 설명과 함께 심리학적 설명을 반드시 고려해야 한다는 강조가 있어왔다.

한의학에서도 오래전부터 심리적인 요인을 통증의 병인 중 하나로 인식하고 있었다. 즉, 감정의 억울로 인해 氣滯血瘀, 血瘀氣滯 하면 동통이 발생하게 된다는 것이다¹⁹⁾. 《黃帝內經·素問·至真要大論》²⁰⁾에 의하면 “諸痛痒瘡皆屬於心, 心藏神”이라 하여 “일절의 동통은 반드시 神의 작용에 의해 감각되어진다”고 하였으며 《東醫寶鑑》²¹⁾에서는 “자기의 욕망대로 되지 않으면 心血이 왕성하지 못하여 筋脈을 영양하지 못하고 氣가 막혀 허리의 통증이 발생 한다”고 하였다.

통증에 대한 심리적 요인의 영향은 Melzack과 Wall(1965)의 관문통제이론에서 잘 설명되고 있다. 이

이론은 지난 30여 년간 가장 널리 받아들여지고 있는 통증 모델로²²⁾ 통증이 항상 말초자극에 의해서만 발생하지 않는 이유, 상해가 치유된 후라도 계속 통증이 남아 있는 이유 등에 대해 설명하고 있다¹⁸⁾.

관문통제이론에서는 신체 및 심리적 요인이 여러 단계의 통증 과정에서 영향을 미치고 모든 단계에서 상호작용을 한다고 본다. 통증 정보는 신경경로를 통해서 척수의 배각으로 이동되고 여기서 중추신경으로 통증을 전달한다. 그러나 전달세포는 관문처럼 작동하는데 그 역할은 교양질이 담당하고 있다. 큰 섬유에서 온 정보는 관문을 닫고, 작은 섬유에서 온 정보는 관문을 연다. 이 두 활동의 비에 의해 통증 정보의 출력이 결정된다²³⁾. 불안·우울 및 기타 부정적인 정서들은 관문을 열게 하는데, 따라서 통증 경험을 강하게 한다. 이에 반하여 이완이나 다른 활동에의 관여로 인한 주의 분산 같은 유쾌한 경험은 관문을 닫게 하고, 따라서 통증을 경감시킨다. 관문통제이론에 따르면, 통증은 크고 작은 단위의 섬유들의 상대적인 활동에 의존하는 복잡한 과정이다. 관문통제이론은 심리적 요인이 어떻게 통증 지각에 영향을 미치는가를 이해하는 유용한 모델을 제공하고 있다²⁴⁾.

이러한 심리적 요인과 통증과의 관계는 만성통증에서 보다 크게 작용한다고 알려져 있다. 만성통증 경험에는 고위 중추과정이 관여하며 개인의 성격특성이나 과거경험, 환경요인이 중요한 영향요인인 것으로 알려져 있다. 지금까지 임상적인 만성통증의 연구와 치료에 장애가 되었던 요인은 복잡하고 다양한 속성을 지닌 통증을 어떻게 객관적으로 측정하는가 하는 문제였다. 만성 통증의 병리적인 기제나 통증반응은 생리적인 형태의 급성통증과 다르며, 통증경로의 차이나 수술과 같은 전통적인 의학적 치료가 성공적인 효과를 거두지 못하는 것으로 보고되었다²⁵⁾.

최근에는 Fordyce⁷⁾를 선두주자로 하는 만성통증에 대한 행동주의 및 인지행동주의적인 접근이 통증에 대한 이론으로 대두하였다. 만성통증에 대한 심리사회적인 접근의 출발점으로 볼 수 있는 이 흐름은 전통적인 의학적 치료에 뚜렷한 호전을 보이지 않던 만성통증의 심리적인 기제를 밝히는데 공헌하였다. 즉 통증을 만성화하고 유지하는 데는 개인의 심리적인 요인과 환경적인 요인이 원인 역할을 한다는 연구결과들이 축적되었고, 만성통증 환자들에게 행동주의 심리학의 원리를 활용한 행동치료 및 인지행동적인 치료가 효과적인 결실을 거두게 되었던 것이다.

이러한 흐름 속에서 만성통증을 보는 시각은 전통

적인 질병모형의 관점에서 행동모형의 관점으로 바뀌었고, 통증은 '통증감각'으로부터 '통증지각'이라는 심리적인 개념으로 확대되었으며, 최근에는 통증이 '정서적, 환경적, 심리생리적인 변인들의 상호작용으로 매개되는 복합적인 경험'으로 변화되었다²⁶⁾.

따라서 만성통증의 경우 급성통증과는 달리 그 자체가 독자적인 기전으로 작용하여 사회, 심리적인 요인이 통증의 원인이 될 뿐만아니라 통증이 사회, 심리적으로 스트레스를 유발하고 이러한 점들이 다시 통증에 영향을 주는 악순환이 일어나게 된다. 이러한 과정 속에서 자율신경계의 기능이 저하되고 신체 전반의 균형이 무너지게 되는 것이다. 이렇듯 만성통증이 급성통증보다 자율신경계 및 심리적인 요인과의 높은 관련성을 가지고 있는 만큼 만성통증 환자의 자율신경계 특성과 스트레스 정도에 대한 연구가 필요하다.

자율신경계를 측정하는 방법은 그 한계만큼이나 다양한 방법이 제시되고 있다. 체위의 변화 또는 등장성 운동 등과 같은 외부의 자극에 따른 심혈관계 척도들의 변화, 적외선 체열활영을 통한 체표면 온도의 측정, 동위원소를 이용한 위장관의 운동성 평가, 자율신경계 신경전달 물질에 대한 혈중 분석, 자율신경계의 전기생리학적 검사, 약물에 대한 자율신경계의 반응, 땀의 정량적 측정, 동공 및 음부신경반사에 대한 평가 등 여러 방법이 제시되었으나²⁷⁾ 대부분의 검사법은 정량화가 어렵고 재현성이 부족하거나 침습적 방법이라는 점에서 임상적용에 많은 제한이 되어 왔다²⁸⁾. 그러나 최근에는 심박동수변이(Heart Rate Variability) 분석이 신뢰성과 재현성이 높으며 비침습적인 자율신경계 기능평가의 한 방법으로 활발한 연구가 시도되고 있다²⁹⁻³²⁾.

심박동수변이(Heart Rate Variability)란 시간에 따른 심박동의 주기적인 변화를 뜻하는데, 순간적인 심박동 및 심장주기 간격(R-R interval)의 변동을 나타냄으로써 하나의 심장주기로부터 다음 심장주기 사이의 미세한 변화를 반영하는 개념이다. 신체의 다양한 내적, 외적 환경에 대한 자율신경계의 반응은 심박동수변이로 나타나는데, 일반적으로 건강할수록 심박동수변이는 크고 불규칙하다고 알려져 있다. 최근 이러한 심박동수변이를 분석함으로써 자율신경계의 활성도를 정량화 할 수 있는 power spectral analysis (time and frequency domain analysis)가 소개됨에 따라 교감 및 부교감 신경의 활성도를 양적으로 평가할 수 있게 되었다³³⁻³⁶⁾.

시간영역분석의 SDNN이란 전체 심박간격의 표준편차이다. 분산은 수리적으로 주파수영역분석에서의 TP와 유사한 의미를 가지며, 기록되는 기간동안 변화를 가져오게 하는 모든 주기적인 요소들이 반영된다. RMSSD란 인접한 심박주기의 차이를 제공한 값 평균의 제곱근이다. 일반적으로 시간영역분석에서 심장에 대한 부교감신경 조절을 평가하는 데 이용된다.

주파수영역분석은 시간영역분석에 비해 장시간 측정하지 않아도 신뢰성 있는 정보를 얻을 수 있어 최근 사용법이 증가하고 있다. TP란 VLF, LF, HF를 포함한 power를 의미한다. 이것은 자율신경계의 전체적인 활동성을 반영한다. LF는 혈압조절과 메카니즘의 활동을 동시에 반영하는 상대적인 저주파 성분으로 교감신경과 부교감신경계의 활동을 동시에 반영하는 것으로 알려져 있다. 특히 LF 성분은 주로 심장에 대한 교감신경의 활동성을 특징적으로 보여준다. HF는 호흡활동과 관련 있는 상대적인 고주파 성분으로 심장에 대한 부교감신경계의 활동성에 대한 지표로 활용된다. 호흡성 동성부정맥(RSA, respiratory sinus arrhythmia)과 관련된 심박동의 변화와 관련이 깊어 respiratory band라고도 하는데 호흡이 느리거나 깊은 경우에 보통 과다해진다. VLF는 교감신경의 부가적인 정보를 제공해주는 것으로 알려져 있으나 신뢰성 있는 정보를 획득하기 어렵다. LF/HF ratio란 LF와 HF 간의 비율로 교감신경과 부교감신경 활동성 사이의 전체적인 균형정도를 평가할 때 활용되기도 한다. LF norm, HF norm은 Total power에서 VLF를 뺀 것에 대한 LF 또는 HF의 비이다. 표준화시킴으로 인해 자율신경계 두 계통의 조절정도와 균형 정도를 강조하는 지표로 활용된다³⁷⁾.

6개월 이상의 만성적인 근골격계 통증 환자의 HRV 특성을 파악하기 위해 근골격계 통증 중 가장 흔하게 호소하는 요통과 경향통 환자를 대상으로 하였으며 급성통증 환자와 이를 비교하였다. 본 연구에서는 만성통증군의 R-MSSD, TP, VLF, LF, HF가 급성통증군에 비해 유의성있게 낮은 경향을 보였다. TP는 VLF, HF, LF를 포함하는 전체 파워로 교감신경계의 활성도에 대한 평가를 제공하므로 만성통증군의 낮은 TP는 만성통증군이 급성통증군에 비해 전반적인 자율신경계 활성도가 저하된 상태임을 나타낸다. HF는 부교감신경계의 활성도와 연관이 있으며 LF는 교감신경계와 부교감신경계의 활성도를 합한 값과 연관이 있다. 만성통증군에서 HF, LF

에서 모두 유의성 있게 저하된 소견을 보였으며 LF/HF ratio도 급성통증군에 비해 유의성 있는 감소를 보였다. 이는 만성통증군에서 부교감신경계와 교감신경계 활성도가 모두 저하된 것을 의미하며 이로 인해 전반적인 자율신경계의 기능이 약화된 것으로 보인다. VLF에서도 만성통증군의 유의성있는 저하가 나타났으나 VLF의 경우 아직 교감신경과의 관련성이 명확하게 확인되지 않아 신뢰성 있는 정보를 획득하기는 어렵다. LF/HF ratio는 교감신경과 부교감신경 활동성 사이의 전체적인 균형 정도를 평가할 때 활용되는 것으로 교감신경의 활동성에 비례하고 부교감신경의 활동성에는 반비례한다. 그러나 LF가 교감신경과 부교감신경의 활동성을 동시에 반영하는 것이기 때문에 LF와 HF가 각각 교감신경과 부교감신경의 활동성을 같은 비율의 선형적으로 반영하는가에 대하여 회의적으로 보는 견해가 일반적이므로 이를 토대로 교감신경의 활성도가 부교감신경의 활성도보다 더욱 감소한 것이라는 평가를 내리기는 어려운 것으로 보인다.

환자의 스트레스 정도를 반영하는 SRI(Stress Reaction Index)의 경우 total SRI와 전 항목에서 만성통증군이 급성통증군에 비해 수치가 낮았으나 frustration에서만 유의성 있는 차이를 보였다. 비록 유의성 있는 결과를 보이지는 않았지만 만성통증군의 낮은 SRI는 만성통증 환자가 감정표현을 잘 하지 못하는 성격특징을 보인다는 이전의 논문과 유사한 결과를 나타내고 있다. 즉 만성통증 환자는 감정이 미분화되고, 빈약하게 언어화되고, 주로 신체적인 영역으로 경험되어지는 경향이 있다는 것이다^{24,38)}.

상기의 결과를 통해 만성통증환자에서 급성통증환자에 비해 교감신경과 부교감신경 활성도가 저하되어 있고 이로 인해 전반적인 자율신경계의 기능이 약화되어 있는 것을 알 수 있다. SRI를 통해 평가한 스트레스 정도는 만성통증군에서 오히려 수치가 낮았는데 이는 만성통증환자가 감정 표현을 하지 못하고 억압되어 있는 것을 반영한다. 이번 연구를 통해 통증의 만성화가 자율신경계에 영향을 끼치는 것을 HRV를 통해 확인할 수 있었다. 따라서 이를 바탕으로 임상에서 만성통증환자의 치료시에는 급성통증과 달리 심리적인 측면을 보다 고려하여 치료에 접근하는 것이 필요할 것으로 보인다. 또한 앞으로 보다 많은 환자를 대상으로 하여 HRV를 평가하여 참고치나 기준치를 설정하는 것이 만성통증환자의 평가나 진단시에 유용할 것으로 보인다.

V. 결 론

2008년 3월부터 2008년 9월까지 강남경희한방병원 침구과를 내원한 20세에서 60세까지의 경향통, 요통 환자를 대상으로 만성통증군과 급성통증군으로 나누어 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 만성통증군과 급성통증군으로 나누어 심박변이도를 분석한 결과 만성통증군의 평균이 R-MSSD, TP, VLF, LF, HF, LF/HF ratio에서 모두 통계적으로 유의하게 낮은 경향을 보였다.
2. 만성통증군과 급성통증군으로 나누어 SRI를 분석한 결과 만성통증군이 급성통증군에 비해 전체 항목에서 낮은 수치를 보였으나 frustration을 제외한 나머지 항목에서는 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다.

VI. 참고문헌

1. Brena SF. Pain control facilities: Roots, organization, and function. In S.F Brena & S.C Chapman(Eds.) Management of patients with chronic pain. NY : Spectrum.
2. 손정락. 만성통증에 대한 구성개념화 : Rep Gird 기법으로 본 만성요통 환자의 심리적 구조. 한국심리학회지 : 건강. 4(1) : 123-39.
3. Payne B, Norfeet MA. Chronic pain and the family. Pain. 1986 : 26(1) : 1-12.
4. 문미숙. 만성관절염 환자의 동통, 불편감, 우울과 대응양상의 관계. 류마치스 건강학회지. 1994 : 1(1) : 71-87.
5. Sternbach RA, Wolff BR, Murphy RW, Akeson WM. Traits of pain patients : The low back 'loser'. Psychosomatics. 1973 : 14 : 226-9.
6. Gatchel RJ, Turk DC. Psychological factors in pain : Critical perspectives. Guilford press. 1996.
7. Fordyce WE. Behavioral methods for chronic pain and illness. St Louis : Mosby.
8. 유재웅, 정은하. 만성요통 환자의 우울수준과 통증 감소에 미치는 전통적 물리치료의 효과. 대한물리치료학회지. 2001. 13 : 3 : 677-83.

9. Larsson R, Oberg PA, Larsson SE. Changes of trapezius muscle blood flow and electromyography in chronic neck pain due to trapezius myalgia. *Pain*. 1999 : 79(1) : 45-50.
10. Larsson SE, Bodegard L, Henriksson KG, Oberg PA. Chronic trapezius myalgia. Morphology and blood flow studied in 17 patients. *Acta Orthop Scand*. 1990 : 61(5) : 394-8.
11. Hagg GM. Human muscle fiber abnormalities related to occupational load. *Eur J Appl Physiol*. 2000 : 83(2-3) : 159-65.
12. Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability : a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng*. 1993 : 21(3) : 245-311.
13. 정영욱 등. 심박변이도를 이용한 산모와 태아의 스트레스 측정과 상관관계. *대한산부회지*. 2006 : 49(4) : 823-30.
14. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000 : 25(22) : 2940-52.
15. Jeon CH, Kim DJ, Kim SK, Kim DJ, Lee HM, Park HJ. Validation in the cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry Disability Index. *J Korean Med Sci*. 2006 : 21(6) : 1092-7.
16. Turner JA, Chapman CR. Psychological interventions for chronic pain : A critical review. *Pain*. 1982 : 12 : 1-21.
17. Humphrey M. The problem of low back pain. In S.R. Rachman(Ed.). *Contributions to medical psychology*(Vol. 2). Oxford : Pergamon.
18. 나철. 만성동통의 원인과 기전. *정신신체의학*. 1995. 3(1) : 81-90.
19. 정애준. 黃帝內經素問校註語釋. 서울 : 중사. 1992 : 234.
20. 양유걸. 黃帝內經素問釋解. 대북 : 대연출판사. 1965 : 624.
21. 허준. 對釋東醫寶鑑. 서울 : 법인문화사. 1999 : 716.
22. Wall PD. Comments after 30 years of the gate control theory. *Pain Forum*. 1996 : 5(1) : 12-22.
23. 현명호. 동통의 정신 생리학적 연구. 성격 및 개인차 연구. 1992 : 1 : 115-31.
24. 손정락. 만성 통증에 대한 구성개념화 : 만성 통증 환자의 구성개념적 대안주의. *한국심리학회지 : 건강*. 2006 : 11(3) : 437-55.
25. 박현순, 원호택. 임상통증의 측정에 관한 연구개관. *심리과학*. 1994 : 3(2) : 1-22.
26. Fordyce WE, Brena SF, Holcomb RJ, DeLateur BJ, Loeser JD. Relationship of patient semantic pain descriptors to physician diagnostic judgments, activity level measures and MMPI. *Pain*. 1978 : 5 : 293-303.
27. 전중선, 전세일 외. 심박변동의 Power Spectrum 분석에 의한 정상 성인의 자율신경기능 평가. *대한재활의학회지*. 1997 : 21(5) : 928-35.
28. Pieper SJ, Hammill SC. Heart rate variability : technique and investigational applications in cardiovascular medicine. *Mayo Clin Proc*. 1995 : 70(10) : 955-64.
29. Kamalesh M, Burger AJ, Kumar S, Nesto R. Reproducibility of time and frequency domain analysis of heart rate variability in patients with chronic stable angina. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1995 : 18(11) : 1991-4.
30. Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability : a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng*. 1993 : 21(3) : 245-311.
31. Vardas P, Kochiadakis G, Orfanakis A, Kalaizakis M, Manios E. Intraindividual reproducibility of heart rate variability before and during postural tilt in patients with syncope of unknown origin. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1994 : 17(11 Pt 2) : 2207-10.
32. 김민수, 광민아, 김상진, 손대용, 정태영, 서정철, 서해경, 안희덕. 로즈마리 정유가 정상 성인의 자율신경계에 미치는 영향. *한방재활의학과학회지*. 2003 : 13(3) : 17-27.
33. 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(4504) : 220-2.
34. Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, Kilborn KM, Bargar AC, Shannon DC, Cohen RJ et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate

- spectral analysis. *Am J Physiol.* 1985 : 248(1 Pt 2) : 151-3.
35. 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(5) : 1043-65.
36. Malik M, Xia R, Odemuyiwa O, Staunton A, Poloniecki J, Camm AJ. Influence of the recognition artefact in automatic analysis of long-term electrocardiograms on time-domain measurement of heart rate variability. *Med Biol Eng Comput.* 1993 : 31(5) : 539-44.
37. 양동훈, 박영배. 맥파와 심박변이도의 상관성 연구. *대한한의원진단학회지.* 2006 : 10(2) : 104-20.
38. Blumer D, heilbronn M. Chronic pain as a variant of depressive disorder. *Journal of Nervous and Mental Disease.* 1982 : 170 : 381-406.

APPENDIX 1. Neck Disability Index(NDI)

I. 통증	① 통증이 없음 ② 통증이 매우 경미하다 ③ 통증이 중등도이다	④ 통증이 약간 심하다 ⑤ 통증이 매우 심하다 ⑥ 통증이 최악이다
II. 개인위생	① 특별한 통증 없이 나 자신을 정상적으로 움직일 수 있다 ② 정상적으로 움직일 수 있으나 통증이 있다 ③ 통증이 있어 느리고 조심스럽게 움직인다	④ 약간의 도움이 필요하나 대부분의 개인 위생을 스스로 한다 ⑤ 대부분의 경우에 도움이 필요하다 ⑥ 옷을 입을 수 없고 씻기도 힘들며 침대에만 있다
III. 물건들기	① 통증 없이 무거운 물건을 들 수 있다 ② 무거운 물건을 들 수 있지만 통증이 있다 ③ 통증 때문에 바닥의 무거운 물건을 들지 못하지만 편한 위치에서는 가능하다	④ 통증 때문에 편한 위치에서 중등도의 무게만 들 수 있다 ⑤ 아주 가벼운 물건만 들 수 있다 ⑥ 어떤 것도 전혀 들어올리거나 옮길 수 없다
IV. 읽기	① 통증 없이 원하는 만큼 읽을 수 있다 ② 약간의 통증이 있으나 원하는 만큼 읽을 수 있다 ③ 중등도의 통증이 있으나 원하는 만큼 읽을 수 있다	④ 중등도의 통증으로 원하는 만큼 읽을 수 없다 ⑤ 심한 통증으로 거의 읽을 수 없다 ⑥ 전혀 읽을 수 없다
V. 두통	① 전혀 없다 ② 드물게 약간의 두통이 있다 ③ 드물게 중등도의 두통이 있다	④ 자주 중등도의 두통이 있다 ⑤ 자주 심한 두통이 있다 ⑥ 거의 항상 두통이 있다
VI. 집중	① 특별한 어려움 없이 충분히 집중할 수 있다 ② 약간의 어려움이 있으나 충분히 집중할 수 있다	③ 집중하기에 약간의 어려움이 있다 ④ 집중하기에 많은 어려움이 있다 ⑤ 집중하기에 상당히 많은 어려움이 있다 ⑥ 전혀 집중할 수 없다
VII. 일	① 원하는 만큼 충분히 일을 할 수 있다 ② 정상시의 일만을 할 수 있으며 그 이상 할 수 없다 ③ 정상시 일의 대부분을 할 수 있으나 그	이상 할 수 없다 ④ 정상시의 일도 할 수 없다 ⑤ 거의 일을 할 수 없다 ⑥ 전혀 어떤 일도 할 수 없다
VIII. 운전	① 통증 없이 운전을 할 수 있다 ② 약간의 통증이 있으나 원하는 만큼 운전을 할 수 있다 ③ 중등도의 통증이 있으나 원하는 만큼 운전을 할 수 있다	④ 중등도 통증으로 원하는 만큼 운전을 할 수 없다 ⑤ 심한 통증으로 거의 운전을 할 수 없다 ⑥ 전혀 운전을 할 수 없다
IX. 수면	① 수면에 전혀 문제가 없다 ② 통증 때문에 자다가 1회 깬다 ③ 통증 때문에 자다가 2-3회 깬다	④ 통증 때문에 자다가 3-5회 깬다 ⑤ 통증 때문에 수시로 깬다 ⑥ 전혀 잘 수 없다

X. 여가활동	① 통증 없이 모든 여가 활동을 할 수 있다	수 있지만 모두 할 수 있는 것은 아니다
	② 약간의 통증이 있으나 모든 여가 활동을 할 수 있다	④ 통증으로 약간의 여가 활동만 할 수 있다
	③ 통증으로 거의 대부분의 여가 활동을 할	⑤ 통증으로 거의 여가 활동을 할 수 없다
		⑥ 여가 활동을 전혀 할 수 없다.

APPENDIX 2 Oswestry 요통 장애 질문지(ODI)

I. 통증의 정도	⑥ 진통제를 사용할 정도만큼은 아프지 않다	③ 진통제를 사용하면 통증이 꽤 없어진다
	① 진통제를 사용하지 않고 참을 만하다	④ 진통제를 사용하면 통증이 조금 없어진다
	② 진통제를 사용하면 통증이 완전히 없어진다	⑤ 진통제를 사용해도 소용이 없어 사용하지 않는다
II. 개인관리	⑥ 거동에 불편함이 없다	천천히 해야 한다
	① 거동에 불편함이 없지만 통증이 따른다	④ 다른 사람의 도움을 받아야만 거동할 수 있다
	② 거동에 불편함이 있다	⑤ 전혀 거동할 수 없다
III. 들기	⑥ 무거운 물건을 통증 없이 들 수 있다	③ 통증 때문에 바닥에 있는 무거운 물건은 못 들고, 들기에 좋은 위치에 있는 무겁지 않은 물건만을 들 수 있다
	① 무거운 물건을 들고나면 통증이 따른다	④ 아주 가벼운 물건만을 들 수 있다
	② 통증 때문에 바닥에 있는 무거운 물건은 못 들고, 들기에 좋은 위치에 있는 물건만을 들 수 있다	⑤ 아무것도 들 수 없다
IV. 걷기	⑥ 걸어다니는 데 전혀 지장이 없다	④ 지팡이나 목발이 있어야 걸을 수 있다
	① 통증 때문에 1.6km 이상은 못 걷는다	⑤ 거의 누워 지내고 화장실에 다니기도 힘들다
	② 통증 때문에 0.8km 이상은 못 걷는다	
V. 앉기	⑥ 어떤 의자에나 원하는 만큼 계속 앉아 있을 수 있다	③ 통증 때문에 30분 이상 계속 앉아 있을 수 없다
	① 편안한 의자에 원하는 만큼 계속 앉아 있을 수 있다	④ 통증 때문에 10분 이상 계속 앉아 있을 수 없다
	② 통증 때문에 1시간 이상 계속 앉아 있을 수 없다	⑤ 통증 때문에 전혀 앉아 있을 수 없다
VI. 서기	⑥ 원하는 만큼 계속 서 있을 수 있다	③ 통증 때문에 30분 이상 계속 서 있을 수 없다
	① 원하는 만큼 계속 서 있을 수 있지만 통증이 따른다	④ 통증 때문에 10분 이상 계속 서 있을 수 없다
	② 통증 때문에 1시간 이상 계속 서 있을 수 없다	⑤ 통증 때문에 전혀 서 있을 수 없다
VII. 수면	⑥ 잠을 자는데 불편함이 없다	③ 약을 먹어도 4시간 이상 잘 수 없다
	① 약을 먹어야 편히 잠을 잘 수 있다	④ 약을 먹어도 2시간 이상 잘 수 없다
	② 약을 먹어도 6시간 이상 잘 수 없다	⑤ 통증 때문에 전혀 잠을 잘 수 없다

VIII. 성생활	① 정상적인 성생활을 하는 데 지장이 없다 ② 성행위를 하고 나면 통증이 따른다 ③ 성행위를 하고 나면 통증이 심하다	④ 통증 때문에 성생활에 제약이 따른다 ⑤ 통증 때문에 성생활을 거의 할 수 없다 ⑥ 통증 때문에 성생활을 전혀 할 수 없다
IX. 사회생활	① 정상적인 사회생활을 하는데 지장이 없다 ② 정상적인 사회생활을 할 수 있지만 통증이 따른다 ③ 심한 운동 등이 아닌 한 사회생활에 제	약을 받을 정도는 아니다 ④ 통증 때문에 사회생활에 제약이 따른다 ⑤ 통증 때문에 사회생활을 거의 할 수 없다 ⑥ 통증 때문에 사회생활을 전혀 할 수 없다
X. 바깥출입	① 어디든지 다니는 데 지장이 없다 ② 어디든지 다닐 수는 있으나 약간의 통증이 따른다 ③ 통증은 있으나 2-3시간 정도의 바깥출입은 할 수 있다 ④ 통증 때문에 1시간 이상의 바깥출입은	무리다 ⑤ 통증 때문에 30분 이상의 바깥출입은 무리다 ⑥ 통증 때문에 병원에 가는 일 외에 할 수 없다