

최적 호흡 훈련기반 업무 스트레스 완화 시스템 The Optimal respiration training based work-related stress relief system

이양우* · 황민철**†
Yangwoo Lee* · MinCheol Whang**†

*상명대학교 일반대학원 감성공학과
*Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

**상명대학교 소프트웨어대학 디지털미디어학부
**Department of Digital Media, Sangmyung University

Abstract

The purpose of the study is to develop self-management system that people can enhance physical and psychological health through repeating by themselves to relieve work-related stress. The regular respiration can help homeostasis of heart to maintain. Also the effect can be stabilized from irregular heart rhythm by work-related stress. People have optimal respiration cycle to stabilize heart rhythm and repeat training using their RSP(respiration) time including expiration and inhalation. This system is not only offering optimal respiration training service but also finding optimal respiration cycle. The adults who have stress from work participated in verification experiment. This study expects to help those people who are workers related to call center jobs in emotional labor can relieve their stress. It can also help to enhance their own health and increase their work efficiency.

Key words: Optimal respiration cycle, work-related stress, HRV(Heart rate variation), Stress relief

요약

본 연구에서는 업무스트레스 관리를 위해 호흡과 심장박동간의 상관관계를 이용한 최적 호흡법을 유도하고 반복 훈련을 통해 사용자의 건강을 자가 관리하는 시스템을 개발하였다. 일정한 호흡은 심장의 항상성을 유지할 수 있도록 도움을 준다. 심장의 항상성 유지를 통해 업무스트레스 자극으로 인한 심장 리듬의 변화를 빠르게 안정시킬 수 있다. 사람은 개인에 맞는 고유한 호흡리듬을 가지고 있기 때문에, 최적 호흡리듬을 반복적으로 훈련하는 것을 통해 심장의 항상성을 높일 수 있다. 본 시스템은 개인에 맞는 최적 호흡리듬을 찾아서 이를 반복적으로 훈련할 수 있는 시스템을 개발하였다. 그리고 업무스트레스가 높은 콜센터 직원들을 대상으로 검증실험을 실시하였다. 검증실험 결과 자신의 맞는 호흡주기를 사용하여 호흡을 하면 심장의 반응이 안정성을 보이고 부교감이 활성화 되는 것을 확인할 있었다. 개발한 시스템을 활용하면 감정노동자들 중에서

※ 이 논문(저서)는 2013년 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 <실감교류 인체감응솔루션> 글로벌 프린터사업으로 수행된 연구임(2013M3A6A3054312).

† 교신저자: 황민철 (상명대학교 소프트웨어대학 디지털미디어학부)

E-mail : whang@smu.ac.kr

TEL : 02-2287-5293

FAX : 02-2287-5425

콜센터 상담 업무스트레스를 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이를 통한 업무효율증가와 개인의 건강관리에도 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

주제어: 최적 호흡 주기, 업무스트레스, 심박변이도, 스트레스완화

1. 서론

스트레스(Stress)의 어원은 ‘팽팽하게 죄다’라는 뜻을 가진 라틴어 스트링게르(Stringer)로 알려져 있으며, 물리학 분야에서 학문적으로 사용하기 시작했으나 20세기 들어 스트레스와 인체와의 상관관계가 연구되면서 개념이 확장되었다. 흔히 ‘스트레스’라고 하면 그 요인만을 떠올리는데 스트레스 요인과 이에 대한 신체적 반응을 합한 것이다. 즉, 외부 자극이나 변화에 대한 개인의(신체적, 정신적, 행동적)반응 또는 적응을 의미한다(Lee, 2011). 스트레스는 인체에 부정적 영향을 준다. 특히 눈동자, 피부, 그리고 심장과 같은 자율신경계에 영향을 받는 신체기관의 경우 스트레스에 즉각적으로 반응한다. 심장의 경우 스트레스 자극 이후 약 2초 이내에 반응하며, 정상상태로 돌아오는데 10초 이상의 시간이 소요된다(Hahn et al, 2004). 따라서 반복적인 업무스트레스 자극에 노출되는 콜센터 상담사들의 경우 스트레스로 인한 건강상 문제가 증가할 것으로 예상된다.

스트레스의 증상과 질환을 보면 신체적 증상에는 피로, 두통, 불면증, 근육통이나 경직, 심계항진(맥박이 빠름), 흉부통증, 복부통증, 구토, 전율이 있으며, 정신적 증상에는 집중력이나 기억력 감소, 우유부단, 마음이 텅빈 느낌을 주며, 감정적 증상에는 불안, 신경과민, 우울증, 분노, 좌절감, 근심, 걱정, 불안, 성급함, 인내부족, 공황장애를 들 수 있으며, 행동적 증상에는 안절부절함, 발 떨기, 신경질적인 습관, 폭식, 폭음, 흡연의 증가, 울거나 욕설 비난이 늘어나게 된다(Kim et al, 2008).

본 연구는 감정노동자 중에서 콜센터 산업에 종사하는 상담사를 대상으로 업무스트레스 관리를 위해 호흡과 심장박동간의 상관관계를 이용한 최적 호흡법을 유도하고 반복 훈련을 통해 사용자의 건강을 자가 관리하는 시스템을 연구하였다.

콜센터 상담사들이 업무스트레스로 인해 야기되는

육체적, 정신적 문제를 인식하고 이를 해결하고자 하는 다양한 방법들이 시도되고 있다. 업무스트레스로 인한 문제를 해결하는 방법으로 스트레스 상황을 해소시켜 스트레스 발생을 원천적으로 제거하는 방법과 스트레스로 인해 나빠진 건강상태를 정상 상태로 회복시키는 방법이 있을 수 있다.

스트레스 치료방법에는 상담과 스트레스 검사를 통하여 정확한 스트레스를 파악하고 약물요법, 인지치료, 운동요법을 통하여 스트레스 질환을 치료하고 스트레스 관리를 도울 수 있다. 이외에도 호흡법을 활용한 스트레스 감소하는 방법에 대한 시도들이 있었다.

호흡은 의식적으로 조절하기 어려운 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 가장 쉬운 방법이다. 호흡법에 대한 다양한 의견들이 존재하지만, 대체로 빠른 호흡의 경우 교감신경을 자극하여 점차 흥분상태로 유도할 수 있다(Wu et. al, 2011; Wu et. al, 2012). 반대로 느린 호흡의 경우 부교감신경을 자극할 수 있다. 하지만 빠른 호흡과 느린 호흡에 대한 기준을 정의하는 것이 필요하다(Vaschillo et. al, 2011).

본 연구에서는 개인의 특성에 맞는 호흡리듬을 찾아주고, 반복적인 훈련을 통해 스트레스 관리가 가능한 시스템을 개발하였다. 이를 성인을 대상으로 적용하여 실제 적용 가능성을 검증하였다.

2. 연구방법

2.1 호흡과 심장박동의 상관관계

RSA(Respiratory sinus arrhythmia)는 호흡으로 인해 발생하는 심장 미주신경 긴장(Vagal tone)의 변화를 의미한다. 특히, 들숨과 날숨에 의한 변화가 크게 나타나는데 들숨시의 심장 미주신경 긴장과 날숨시의 미주신경 긴장이 큰 차이가 난다. 이는 호흡으로 인한 심장에 공급되는 이산화탄소량의 차이에 그 원인이 있다. 날숨은 혈중 이산화탄소를 증가시켜 탄산과다

증(Hypercapnia)을 발생시킨다. 탄산과다증은 심장의 Central rhythm generator를 자극(Excited)한다. 이 과정의 반복을 통해 심장박동 리듬의 변화가 발생하게 된다(Berntson et al, 1993).

불규칙한 호흡의 리듬은 잦은 심장박동 리듬의 변화를 가져오게 된다. 이러한 현상은 심장과 혈관들의 피로를 증가시키게 되고, 인체 항상성을 유지하기 어렵게 만든다. 수면 무호흡(Obstructed Sleep Apnea)과 같은 문제는 호흡에 따른 심장에 영향을 확인할 수 있는 극단적인 예라고 할 수 있다. OSA가 있는 환자들의 대부분은 혈압이 증가하고, 심장박동이 빨라지는 등 다양한 심장 및 혈관 질환이 발생한다(Guilleminault et al, 1981).

일정한 호흡을 유지하는 것은 심장의 항상성을 유지하는데 중요한 역할을 한다. 심장의 항상성을 유지하는 것은 스트레스에 대한 저항력을 높이는 중요한 요소이다.

2.2 최적호흡법을 통한 안정상태 유도

규칙적 호흡은 사용자의 심장뿐만 아니라 뇌파에 또한 영향을 미친다. 기존 연구들 중에는 사용자에게 명상을 하도록 하여 규칙적 호흡을 유도하여 사용자의 심장 동조(Heart coherence)와 뇌파의 알파에 강한 상관성을 보이는 결과를 확인할 수 있었다(Blase & Mckergowl, 2006). 심박 박동의 변화는 사용자의 감성 상태를 해석하는데 알 수 있는 지표로 사용자의 감성이 부정적인 상태에서는 심박변화의 패턴이 불규칙적으로 발생된다. 그와 반대로 사용자의 감성이 긍정적 상태일 때는 규칙적인 심박 박동의 변화를 보여준다(Kim et al, 2006).

2-3 최적 호흡 분석기술

본 시스템은 사용자의 최적 호흡을 찾아주는 것이 중요한 기능이므로 사용자의 최적 호흡을 찾아주기 위하여 5가지의 레벨에 호흡 시간을 제시하였다. 또한 시각적으로 콘텐츠를 제공하여 호흡레벨에 맞춰 콘텐츠가 변하도록 하였으며 사용자가 보다 정확하게 호흡할 수 있도록 유도하였다. 제시되는 호흡 레벨은 시스

템적으로 랜덤하게 구성하였다. 사용자는 각 호흡레벨로 2분 동안 호흡테스트를 수행하며, 총 10분 동안 호흡 테스트를 진행 한다. 이 때 동시에 사용자에게 손가락 타입의 PPG(photoplethysmogram)센서를 착용하였으며, 각 호흡레벨별로 PRV(Pulse Rate Variability) 스펙트럼을 계산하였다. PRV 스펙트럼을 구하기 위하여 다음과 같은 순서로 진행 하였다.

첫째, 2분 동안 초당 500Hz의 샘플링으로 PPG데이터를 각 레벨 별로 측정하였다. 측정된 PPG 데이터는 피크알고리즘(Peak algorithm)을 사용하여 PPI(Peak to Peak Interval)값을 추출하였다. 추출된 PPI 값은 2Hz로 리샘플링(Resampling)하였으며, FFT를 사용하여 PRV 스펙트럼을 계산하였다. 최적 호흡을 추출하기 위하여 PRV 스펙트럼에서 각 호흡 레벨별로 주요한 피크(Dominant Peak)값을 계산하였으며 이때 스펙트럼의 범위는 0.0033Hz~0.4Hz에서 추출하였다. 왜냐하면 사용자가 최적 호흡으로 반복된 호흡을 하게 되면 심장의 박동은 리드미컬하게 규칙적 운동을 한다. 이는 사용자의 생체적 반응에 긍정적 효과뿐만 아니라 사용자의 정신건강에 좋은 영향을 미친다. 이 때 PPG 신호는 처리한 PRV 스펙트럼 범위 내에서 주요한 피크를 보인다. 따라서 사용자 5개의 호흡레벨을 모두 수행하고 가장 높은 주요한 피크값을 보이는 것을 호흡레벨을 최적의 호흡 시간으로 선정하게 된다.

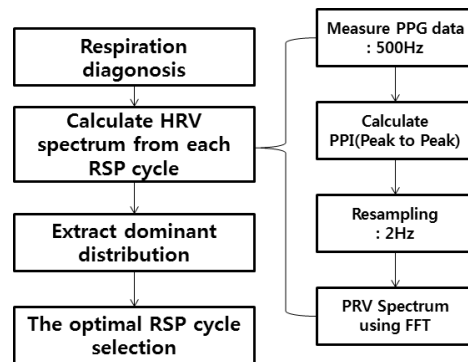


Figure 1. Flow chart of optimal RSP cycle selection

2.4 시스템 구조 및 흐름

본 시스템은 그림2와 같이 크게 4가지의 기능으로 구성되어 있다. 본 시스템의 기능은 첫째, DB저장 및 로그인 기능이다. 본 시스템의 사용자는 자신의 최적

호흡을 사용하여 반복되는 훈련을 수행해야 하므로 기존 정보를 가져 올 뿐만 아니라 DB(Database)에 자신의 개인적 정보 및 결과들을 실시간으로 자동 저장할 수 있도록 설계 되었다. 본 시스템은 DB에 저장되는 데이터는 다음 표1과 같다.

Table 1. Database of stress relief system

User Information	Training Information	Diagnosis Information
User Index	PPG Data	Number of runs
ID	Heart BPM (beat per minute)	VLF (Very Low Frequency) of HRV(heart rate variability)
Password	Total training time	LF (Low Frequency) of HRV(heart rate variability)
Gender	Training date	HF (High Frequency) of HRV (heart rate variability)
Age	Measured time	HR (Heart rate)
E-mail		

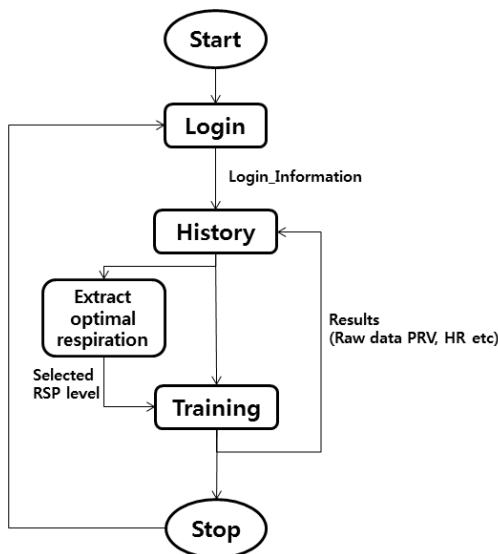


Figure 2. The flow chart of system functions

둘째, 사용자는 자신의 반복 호흡훈련을 통해 발생되는 결과를 확인 할 수 있는 기록보기 기능을 가지고 있다. 기록보기 기능은 바로 이전의 사용자의 결과를 자동으로 확인 할 수 있도록 그림 3과 같이 설계되었다. 또한 사용자가 날짜를 선택하여 해당 날짜의 자신의 상태를 확인할 수 있도록 하였다. 이 때 사용자가 확인 할 수 있는 결과는 평균 심박수, 훈련 동안에

1초마다 변화되는 심박수 그래프, 연습시간, 결과해석 등을 확인할 수 있도록 하였다. 또한 이모티콘을 통해 자신의 상태를 직관적으로 표현할 수 있도록 하였다.

셋째, 사용자 맞춤에 훈련을 위하여 최적 호흡 시간을 추출하는 진단 기능을 가지고 있다. 본 시스템이 사용자의 최적 호흡을 추출하기 위하여 5가지의 호흡 레벨을 구성하여 사용자가 제공된 시각적 콘텐츠를 따라 호흡을 할 수 있도록 유도하였다. 13초, 12초, 11초, 10초 그리고 9초를 제시하였으며, 이 시간은 들숨과 날숨이 포함된 시간이다. 예를 들어 사용자가 10초라는 제시를 받으면, 5초 동안에는 들숨을 나머지 5초 동안에는 날숨을 하는 방식으로 호흡을 유도하였다. 진단기능에서는 사용자가 각 호흡레벨마다 2분 동안 테스트하게 되어 있으며, 진단을 수행 완료하는 시간은 총 10분으로 설계되었다. 사용자는 진단기능을 매번 할 필요 없이 시스템 처음 사용 시 한번만 하면 된다. 사용자가 보다 편안함을 가지게 유도하기 위해 화이트노이즈가 들어간 음원들을 배경음악으로 제시하였다.

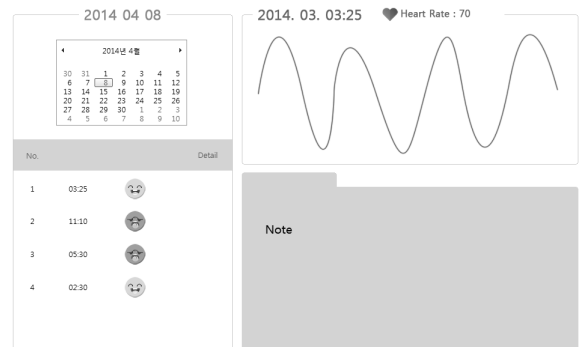


Figure 3. History Display

마지막 기능은 훈련 기능으로 훈련기능은 진단 기능을 통해 분석된 자신의 최적 호흡을 제시되는 콘텐츠에 맞게 호흡을 수행하는 단계로 정확한 호흡을 수행하기 위해 시각 콘텐츠를 제공하였다. 그리고 현재 자신의 상태를 확인할 수 있는 시각적 피드백을 통하여 사용자가 훈련의 종료 여부를 확인 할 수 있도록 하였다. 반복되는 훈련기록 결과물은 DB에 쌓이도록 하였다. 사용자가 훈련하는 동안 화이트노이즈가 들어간 음원을 들을 수 있도록 하였으며, 사용자의 편의대로 조절할 수 있게 설계 하였다.

위의 과정을 통해 사용자 진단 과정을 통해 자신에게 맞는 최적 호흡레벨을 선정하게 되며, 그 결과를 통해 훈련을 수행하게 된다. 진단기술에 사용된 같은 콘텐츠를 통해 사용자가 호흡을 놓치지 않도록 유도하였다. 또한 실시간으로 자신의 상태를 확인 할 수 있도록 시각적으로 피드백을 제공해 주었다. 사용자는 제시된 피드백을 통해 언제든지 훈련과정을 정지할 수 있다. 사용자의 훈련결과는 종료와 동시에 자동으로 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스의 형식은 표1과 같다. 저장된 데이터분석을 통해 사용자가 최적 호흡을 통해 효과를 보이는지 확인한다.

3. 결과

3.1 진단 결과

본 시스템의 검증을 통하여 스트레스 직군에 속하는 성인대상으로 15명이 참여하였다. 5가지에 호흡주기(13초, 12초, 11초, 10초, 그리고 9초)에 따라 PPG 분석 변수들의 통계적 차이가 보이는지 검증하였다. 사용된 변수는 BPM(Beat Per Minute), VLF(Very Low Frequency), LF(Low Frequency), 그리고 HF(High Frequency)를 사용하였다. BPM데이터가 호흡주기별로 통계적으로 차이가 있는지 확인하기 위하여 일원배치 분산분석을 실시하였다. 검증 결과, 유의확률이 0.928으로 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하지 못하므로 호흡주기에 따라 BPM데이터는 차이를 보이지 않았다. 그러나 VLF, LF, HF는 0.027, 0.002, 그리고 0.008에 유의수준 0.05에서 귀무가설을 기각하므로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 따라서 본 시스템에서 제공되는 5가지의 호흡주기에 따라 PRV의 요소들은 통계적으로 차이를 보였으며, PRV의 요소들을 통해 사용자의 상태를 파악할 수 있는 지표로 사용 될 것으로 사료된다. 다음 그림 4는 호흡주기별 PRV 그래프로 실험에 참여한 피 실험자의 데이터이다. 자신의 최적호흡으로 호흡을 수행하면 그림과 같이 PRV의 분포가 주요한 분포를 보이고 있다. 아래와 같은 피 실험자는 최적 호흡기술 분석에 따라 자신의 최적호흡주기가 10초라고 선정될 것이다.

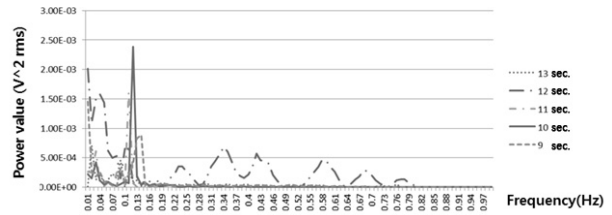


Figure 4. HRV(Heart Rate Variability) Graph. The 10 seconds was shown dominant peak than other conditions. The respiration interval of the subject was selected as 10 seconds(solid line).

3.2 훈련 결과

본 시스템 검증을 위해 앞선 진단 결과를 통해 개인별로 최적 호흡 주기를 선정하였다. 선정된 호흡 주기로 호흡을 수행하였을 때 피 실험자의 초당 심박변화를 그래프는 그림 5와 같다. 총 2분 동안에 심박변화율 그래프로 초당 변화율 그래프를 위해서 슬라이딩 윈도우를 통해 BPM값을 추출하였다. 이때 윈도우 사이즈(Window size)는 5초, 윈도우 인터벌(Window interval)은 1초 데이터를 사용하여 계산하였다. 자신에 맞는 최적 호흡 주기로 호흡을 수행하면 심박을 변화가 그림 8에서 나타난 것과 같이 주기성 있는 결과의 패턴을 보여주었다.

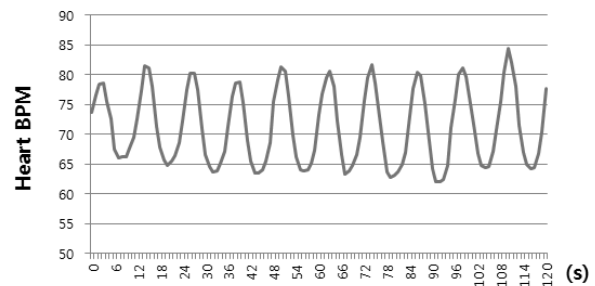


Figure 5. Heart BPM(Beat Per Minute) graph

4. 결론 및 토의

고객을 직접 대면하는 콜센터 업무관련 종사자들의 스트레스로 인한 우울증 증상과 분노, 좌절감 등 개인적인 문제와 이로 인한 이직에 대한 사회적인 비용의 증가되고 있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 시스템은 사용자가 업무 스트레스로 인해 발생하는 정신적, 육체적 문제를 최적 호흡방법을 통해 해결하기 위한

목적으로 개발하였다.

개발한 시스템은 사용자의 데이터를 축적하여 사용자가 자신의 상태를 확인할 수 있는 기록보기 기능뿐만 아니라 사용자마다 최적의 호흡시간을 추출하는 기능을 제공한다. 사용자는 반복되는 훈련을 통해 사용자가 자신의 상태를 체크할 수 있는 시각적 피드백을 제시하며, 사용자 스스로 훈련을 조절 하도록 하였다. 또한 시스템은 사용자의 축적된 기록을 통해 사용자에게 현재 호흡 시간이 효과가 있는지 판별하고 일정 기간 동안 효과를 보이지 않으면 사용자에게 다시 진단을 진행하는 것을 권유하는 피드백 메시지를 기능을 설계하였다.

본 연구는 감정 노동자들의 업무로 인한 스트레스를 완화시켜주는 시스템을 제공하고 그에 따른 효과를 확인하고자 하였다. 좁은 업무 환경 속에서 빠른 업무를 처리해야 하는 콜센터 직원들을 대상으로 실험을 한 결과 자신의 맞는 호흡주기를 사용하여 호흡을 하면 심장의 반응이 안정성을 보이고 부교감이 활성화 되는 것을 확인할 수 있었다. 이 결과는 관련연구에서 분석한 연구동향들과 일치하는 결과를 보인다. 특히 Wu 등(2011)의 연구에서 언급하고 있는 최적 호흡훈련 후의 HRV레벨이 증가한 결과와 동일하다. Wu 등(2012)의 연구에서는 실직자를 대상으로 한 스트레스를 주제로 한 반면, 본 논문에서는 직접적으로 스트레스를 받는 감정노동자를 대상으로 실제 현장에서 직접 적용하여 직무스트레스의 영향을 줄일 수 있도록 하였다. 따라서 본 시스템을 통해 직무 관련 스트레스를 받는 감정노동자들의 정신적, 육체적 건강을 자가 훈련을 통해 개선하는데 의의를 두고 있다.

REFERENCES

- Lee, S. R., (2011). Effects of self-disclosure and rumination about stressful life event and emotional experiences on physical health(스트레스의 이해 및 관리), Autumn conference of *korean Arts Psychotherapy Association*, 13-24.
- Kim, J. W., Whang, M. C., Kim, Y. S., & Woo, J. C. (2008). The study on emotion recognition by time-dependent parameters of autonomic nervous response(TDP(time-dependent parameters)를 적용하여 분석한 자율신경계 반응에 의한 감성인식에 대한 연구), *Journal of Korea Society for Emotion and Sensibility*, 11(4), 637-644.
- Hahn, D. W., Park, J. H., & Kim, K. H., (2004). Effects of self-disclosure and rumination about stressful life event and emotional experiences on physical health(스트레스 사건에 관한 자기노출, 반복생각 및 정서경험이 신체건강에 미치는 영향), *Journal of korean psychological association*, 9(1), 99-130.
- Kim, D. K., Lee, K. M., Kim, J. W., Whang, M. C/, & Kang, S. W., (2013). Dynamic correlations between heart and brain rhythm during Autogenic meditation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:414.
- Blase, Kees, & Mckergow, Mark. (2006). Meanings affect the heart-SF questions and heart coherence. *Solution-Focused Management*. Rainer Hampp Verlag, 111-120.
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K.S. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30(2), 183-196.
- Silvestri, R. (1981). The Impact of Autonomic Nervous System Dysfunction on Breathing During Sleep. *Sleep*, 4(3), 263-278.
- Vaschillo, E.G., Vaschillo B., & Lehrer, P.M.(2006). Characteristics of Resonance in Heart Rate Variability Stimulated by Biofeedback, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(2), 129-142.
- Wu, M-F., Nienhuis, R., Maidment, N., Lam, H.A., & Siegel, J.M. (2011). Cerebrospinal fluid hypocretin (orexin) levels are elevated by play but are not raised by exercise and its associated heart rate, blood pressure, respiration or body temperature changes, *Archives italiennes de biologie*, 149(4), 492-498.
- Wu W, Gil Y, & Lee J.(2012). Combination of Wearable Multi-Biosensor Platform and Resonance Frequency Training for Stress Management of the Unemployed Population, *Sensors*, 12(10), 13225-13248.

원고접수: 2014.06.05

수정접수: 2014.06.23

게재확정: 2014.06.27