

호흡 변이도의 최신 연구 동향

김선애, 박성일*, 박영배, 박영재

경희대학교 한의과대학 진단·생기능의학과학교실, 박성일 한의원*

A Review of Respiratory Variability

Seon-Ae Kim, Seung-Il Park*, Young-Bea Park, Young-Jae Park

Department of Biofunctional Medicine & Diagnostics, Graduate School, Kyung Hee University, *Park Seung Il Korean Medical Clinic

Received: May 25, 2016
Revised: June 10, 2016
Accepted: June 25, 2016

Correspondence to
Young-Jae Park
Department of Diagnostics &
Biofunctional Medicine, Kyung Hee
University Hospital at Gangdong, 892
Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul,
Korea.
Tel: +82-2-440-7229
Fax: +82-2-440-7242
E-mail: omdyj@daum.net

Objectives: In human, there is a diversity in the breathing pattern, for instance inspiratory and expiratory time, volume, breathing frequency, and breath-to-breath variation. Especially, respiratory variability can provide important information about breathing regulation and physiological flexibility. It is significant to not only breathing index but also physiological index.

Methods: Thus this paper reviews the literature on respiratory variability with the aim of clinical application.

Results: We could find the interrelationships and respiratory variability between emotions, psychopathy, sighing, mental and physical activity.

Conclusions: As a result, respiratory variability can serve an important physiological index in the clinical area and reflects how our bodies act in diverse environments under various condition.

Key Words: Respiratory variability, Breathing variability, Ventilatory variability, Breathing index, Diversity of breathing pattern.

I. 서론

신체는 건강을 유지하기 위해 항상성의 기전을 활용하는데, 이는 일정한 범위 내의 유연성과 변이성을 가지게 된다¹⁾.

생리적, 감정적 반응을 유발하는 외부 자극에 대한 반응은 생리적 안정성을 유지하는 능력이자 생존하는데 필수적인 요소로, 정신생리에서 중요하게 인식 되어왔다²⁾. 그런데 외부 자극은 항상 변화하므로 반응 역시 일정한 변화로서 나타나며 이를 유연성 혹은 변이성이라 한다. 생체반응의 유연성을 평가하는 것이 건강상태 혹은 질병의 심각도를 평가하는 중요한 지표로 활용되어왔다. 예를 들어 심박동의 변이도, 혈압의 변이도는 대표적인 생체반응 유연성 지표이며 이는 자율신경의 유연성과 연관이 있다³⁾. 호흡의 경우에도 정상적인 호흡이 가지는 주기와 진폭을 분석하여 변이도를 생리적인 지표로 활용한다. 건강한 호흡은 내적 외적의 지속적인 변화 속에서 효율적인 혈액 가스 조절의 과정이며, 호흡 진폭과 주기의 변이도는 호흡 안정성을 평가하는 지표가 되며 이를 호흡변이도라 한다⁴⁻⁷⁾.

호흡 변이도의 원인은 내재적으로 안정된 화학반응 조절 시스템과 상호작용하는 다른 시스템으로부터의 동요에서 발생한다^{8,9)}. 이는 대뇌피질에서의 호흡의 수의조절과 같은 비화학적 요소와 심박출량, 뇌 혈류의 흐름과 같은 화학 수용체의 조절에 의한 것을 포함한다¹⁰⁾.

호흡변이도 측정은 주로 시각화에 의존하고 있으며 변동계수, 회귀분석, 근접한 엔트로피(ApEn), R dof (The rate of increase of spectral degree of freedom) 등을 이용할 수 있다¹³⁾. 또한 호흡 곡선이 주기 신호에 가까운 신호이기 때문에 각 호흡주기의 흡기 시작점과 호기 시작점을 검출하여 시간 간격을 측정하여 호흡 주기를 구하여 각 호흡지표들의 변이도를 측정할 수 있다¹¹⁾. 김 등¹²⁻¹⁴⁾에 의하면 자발 호흡과 유도호흡(호기/흡기비)시 호흡 진폭의 변이도, 뇌파 및 심박 변이도 변화에 관한 연구에서 인체 내 기관들이 항상성을 유지하기 위하여 일정한 범위 내에서 유연성과 변이성을 유지한다고 보고하였다.

호흡 변이도는 상관(nonrandom) 변이도와 랜덤 변이도로 구성된다. 상관 변이도는 호흡 시스템의 안정성과 항상성의 능력을 상징하며 호흡 시스템의 주기적인 변동인 진동 변이도(oscillatory variability)를 포함한다⁷⁾. 랜덤 변이도는 호흡 시스템의 외부 자극에 대한 유연한 능력을 의미한다.

즉, 잘 조절되는 호흡 시스템은 대부분의 상관 변이도(진동 변이도)와 소수의 랜덤 변이도로 구성되는데, 랜덤변이도는 시스템의 민감성에 영향을 준다고 알려져 있다^{15,16)}.

호흡변이도가 자율신경의 유연성을 지칭하고 호흡의 안정성 평가할 수 있어 심박 변이도와 더불어 생리적인 지표가 될 수 있고 변이성의 결여는 노화나 질병의 신호가 될 수 있다.

한의학에서 “氣는 호흡의 근본이 된다.”, “氣는 사람 몸의 근본이다.”¹⁷⁾라고 하였다. 호흡은 인간과 자연을 하나로 연결해주는 天人相應의 끈이며, 끊임없이 인간의 내외를 출입하는 陰陽운동이다. 호흡이 중요한 이유는 만물은 에너지인 氣로 이루어졌기 때문이다. 이는 호흡이 산소를 흡입하고 이산화탄소를 배출하는 과정 뿐 아니라 천지 자연으로부터 생명 에너지를 기 자체가 몸 안으로 들어오는 현상이라는 것을 의미한다. 호흡은 하늘과 나를 이어주는 교량이자 정신과 육체를 연결시켜주는 다리이며 호흡이 정신과 육체의 상태를 반영한다고 할 수 있는 것이다¹⁸⁾.

호흡변이도의 국내 연구는 김 등¹²⁻¹⁴⁾에 의하여 심박변이도, 한열, POMS (Profile of mood states) 등과의 상관성 연구가 이루어졌으나 아직 초기 단계로 관련 연구가 미진한 상태이다. 이에 본 연구는 호흡 변이도에 관한 외국 연구 논문 리뷰를 통해 호흡변이도의 연구 방향과 임상에서의 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 논문검색(Fig. 1)

논문은 Scopus, Science Direct, Pubmed에서 검색하였으며, 검색기간은 호흡변이도 관련 논문이 다양하게 발행되기 시작한 1990년 이후부터 2015년까지로 설정하여 검색하였다. 검색어는 호흡변이도의 뜻을 지닌 ‘respiratory variability’, ‘ventilatory variability’, ‘breathing variability’을 사용하였다. 제목과 초록, 본문을 확인한 후, 임상적인 지표로 사용되지 않아 주제와 벗어나는 공학 분야 등을 제외하고, 해외논문 20편을 분석하였다.

2. 논문 분류 방법

선정된 논문의 질환 및 주제를 감정, 정신과 질환, 한숨, 활동 4가지 범주로 분류하였다.

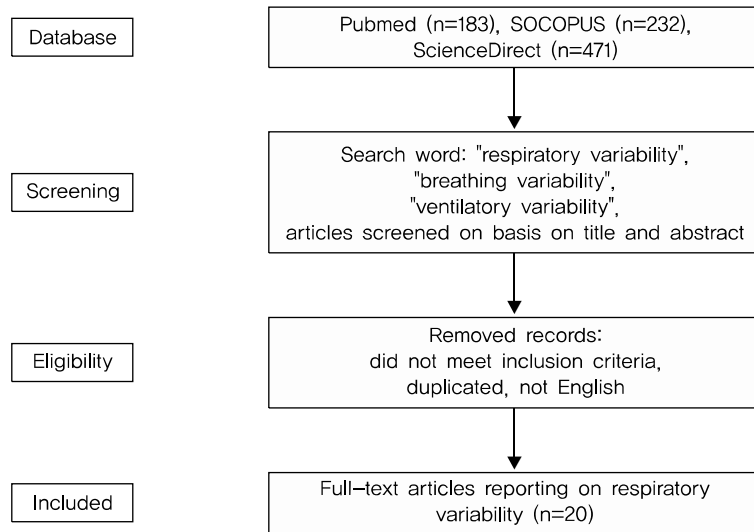


Fig. 1. Flowchart of Studies Selection.

1) 감정

감정이 호흡에 미치는 영향을 다룬 5편의 논문이 선정되었다.

2) 정신과 질환

공황장애 환자의 호흡 패턴 연구에 관한 논문과 정신 심리적 상태와 호흡변이도의 관계를 연구한 논문, 정신분열증 환자의 호흡 변이도를 연구한 논문, 분리불안장애에 아이들의 호흡 패턴 연구 논문, 걱정하는 동안과 명상에 따른 호흡 변이도 비교 논문들을 다루었다. 총 8편의 논문이 선정되었다.

3) 한숨

한숨과 호흡변이도에 관한 논문을 살펴보았다. 정신적 스트레스 회복에 있어서의 한숨의 역할에 관한 논문과 집중하는 동안의 한숨의 패턴에 관한 논문, 정서와 연관하여 한숨의 발생에 관한 논문을 포함시켰다. 총 6편의 논문이 선정되었다.

4) 활동

크게 두 분류인 정신활동과 신체활동으로 나누어 살펴보았다. 정신활동의 경우 선천성 중추 수면 저 환기 증후군에서 정신활동이 호흡에 미치는 영향을 연구한 논문과 정신적 활동이 심박과 호흡에 미치는 영향에 대한 논문을 포함시켰다.

신체활동에 관한 논문으로는 활동량이 적은 그룹과 많은 그룹의 호흡변이도를 비교하는 논문을 포함시켰다. 총 3편의 논문이 선정되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 감정과 호흡변이도(Table 1)

Van Den Wittenboer G¹⁹⁾은 호흡 변이도와 정신심리 상태의 관계를 연구하였다. 162명의 어린이(9~13세)의 호흡을 비 침습적으로 측정하고 심리 검사를 수행하였다. 구조 방정식 모델은 $\chi^2=88.201$, $df=79$, $p=.224$ 의 결과가 도출되었다. 이 모델에서는 호흡 변이도는 분노와 양의 상관성을 보였으며, 실패에 대한 부정적인 두려움 및 신경증적 불만과 음의 상관성을 보였다. 호흡률은 실패에 대한 두려움과 양의 상관성을 보였다. 듀티 사이클(Duty cycle)은 부정적인 감정의 잠재변수와 양의 상관성을 보였다. 휴식할 때 호흡 변이도는 실패의 두려움과 불평이 적은 경우 더 높았다. 연구 결과 호흡 변이도는 호흡의 독립적인 특성을 나타냈으며 호흡 측정 지표 중 다양한 시간 요소(총 주기 시간, 흡입 시간, 호기 시간, 호기 정지 시간)의 표준편차를 운용하였다. 또한 부정적인 정신심리특성의 점수가 낮은 아이들은 높은 점수의 아이들보다 호흡변이도가 높게 나타났다. 호흡 변이도가 불안과 같은 부정적 심리 특성을 반영하는 지표로 활용될 수 있을 것이다.

Table 1. Emotion and Respiratory Variability

Author year	Subject	Theme	Method	Result
2003 Van Den Wittenboer G	162 children with a mean age of 11 years	Respiratory Variability and Psychological Well-Being in Schoolchildren	End-tidal CO ₂ Respiration cycles and time	Respiratory variability was positively related to anger-in and negatively to negative fear of failure and neurotic complaints. Respiration rate was positively related to positive fear of failure, and duty cycle was positively related to the latent variable of negative affect.
2006 Van Diest I	98 young women	Anxiety and respiratory variability	Respiration time and volume, End-tidal CO ₂ PANAS*, CPS [†] , STAI [‡] , NA-Scale, QMI [§]	Trait anxiety was associated with less variability. Significant decreases in the variability of expiratory time and inspiratory drive were observed during anxious imagery. During fearful imagery, the variability of FETCO ₂ increased compared to baseline.
2011 Wuyts R	Scoring high N=45 low N=30 on trait negative affectivity (NA)	Sigh rate and respiratory variability during normal breathing and the role of negative affectivity	Respiration volume, respiration rate, minute ventilation, sigh, NA-Scale, PANAS*	Total variability was higher before a sigh than before a non-sigh, without concomitant differences in structured variability, suggesting more random variability before a sigh. After a sigh, correlated variability increased whereas it remained the same after a non-sigh.
2013 Vlemincx E	37 healthy participants	Effects of induced worry and mindfulness on respiratory variability in a nonanxious population	Tidal volume, inspiratory and expiratory time, respiration rate, minute ventilation, percentage rib cage breathing, self-assessment manikin (SAM)	Compared to baseline and mindfulness, worry showed decreased autocorrelation in all respiratory parameters and compared to mindfulness, worry showed decreased entropy in respiratory rate.
2015 Vlemincx E	44 volunteers	Emotion, sighing, and respiratory variability	Inspiratory time and expiratory time, respiration rate, tidal volume, minute ventilation, end-tidal pCO ₂ , self-assessment manikins (SAM)	Negative and/or high-arousal emotions increased sigh rates and respiratory variability during picture viewing and imagery. Only depression imagery, decreased correlated variability (and only in minute ventilation). Fear imagery particularly increased variability in end-tidal carbon dioxide and expiratory time.

*PANAS: the Positive and Negative Affect Schedules, [†]CPS: the Checklist for Psychosomatic Complaints in daily life, [‡]STAI: the trait version of the State/Trait Anxiety Inventory on that occasion, [§]QMI: the Questionnaire upon Mental Imagery.

Van Diest I²⁰⁾은 호흡 지표의 변이도가 두려움, 불안의 감정에 어떤 영향을 받는지와 또 개인 간의 차이는 어떠한지를 연구하였다. 98명의 여성을 대상으로 호흡 시간, 부피, 호기 말 이산화탄소 분압 등의 호흡지표를 불안과 두려움의 이미지를 상상하기 전, 상상하는 동안에 비 침습적으로 측정하였다. 불안의 특성은 이미지를 상상하기 전(기준점)에서 몇 몇의 호흡 지표의 변이도 감소와 관련이 있었으며, 불안한 이미지를 상상하는 동안은 호기 시간과 흡기 충동의 변이도의 감소가 뚜렷하게 나타났다. 두려운 이미지를 상상하는 동안은 호기 말 이산화탄소분압의 변이도가 기준점에 비해 증가하였다. 불안에 대한 본 연구 결과는 건강한 시스템은 변이도와 유연성을 특징으로 한다는 기존 모델과 동일하게 도출되었고, 두려움과 불안의 영향을 구분하는 것이 중요하다는 결론을 이끌어 낼 수 있었다.

Wuyts R²¹⁾은 건강한 지원자들 중 부정적인 감정 특성(negative affectivity NA)의 점수가 높은 그룹 45명과 낮은 그룹 30명의 자발 호흡을 10분 동안 한숨과 호흡변이도를

측정하였다. 분당 환기량의 총 호흡 변이도는 변동계수(coefficient of variation)를 지표로 삼았고, 상관 변이도는 자기상관성으로 수량화하였다. 총 변이도는 한숨 전 상태가 한숨을 쉬지 않기 전 상태보다 높았으며, 한숨 쉬기 전에 변이도가 더 불규칙(random)하였다. 한숨 쉬 후에는 상관 변이도가 증가하였고, 한숨을 쉬지 않은 후에는 증감이 보이지 않았다. 즉, 한숨은 호흡계의 리세터(resetter)로 작용한다는 결론을 이끌어낼 수 있다. 그러나 NA로 살펴보면 NA가 높은 그룹이 더 특징하게 이러한 패턴을 보였다. 즉, 개인 간의 차이와 다양성은 한숨의 정신생리학적 연구를 할 때 고려해야 할 중요한 사항이라 할 수 있다.

Vlemincx E^{22,23)}은 ‘걱정’과 ‘마음 챙김 명상(mindfulness meditation)’시 호흡 변이도를 비교하였다. 범 불안장애는 만성적인 걱정을 특징으로 하며, 마음챙김 명상은 범 불안장애 환자의 과도한 걱정을 완화시킬 수 있는 방법으로 제시되어 왔다. 본 연구에서는 37명의 건강한 사람들을 대상으로, 8분 동안 안정상태에서의 호흡을 측정하였다. 그리

고 11분 동안 청각적 스크립트를 무작위 순서로 들려줌으로써 걱정과 마음챙김 명상을 각각 유도하였다. 호흡은 흉부와 복부에 인덕턴스 벨트를 부착하고 측정하였다. 선형상의 호흡변이도는 자기상관성으로 측정하였고 비선형상의 호흡변이도는 샘플 엔트로피로 측정하였다. 그 결과 ‘걱정’은 기준선과 마음챙김 명상을 비교했을 때 호흡의 자기상관성 감소를 나타냈으며, 마음챙김 명상과 비교했을 때 호흡률의 엔트로피 감소를 나타냈다. 이는 마음챙김 명상 시 걱정과 상반되는 호흡 조절 효과를 보임을 호흡 변이도를 통해 평가할 수 있었다. 두 번째 연구는 감정이 호흡 조절에 미치는 영향을 살펴보고자 호흡변이도와 한숨에 대한 연구를 진행하였다. 첫 번째 실험에서 사진을 통해 감정을 유발하였으며, 두 번째 실험에서는 스크립트를 들려줌으로써 감정을 유발하였다. 그 후 시각적, 청각적 자극이 호흡의 유인, 발생, 우세한 비율에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 부정적인 정서를 가진 집단은 사진을 보거나 스크립트를 듣고 상상하는 동안에 한숨과 호흡변이도의 비율이 증가하였다.

그러나 우울한 상상은 분당 환기량의 상관 변이도를 감소시켰고, 두려운 상상은 호기 말 이산화탄소와 호기 시간의 변이도를 증가시켰다. 이 발견을 통해 감정이 호흡 조절에 있어서 중요하다는 결론을 이끌어 낼 수 있었다.

2. 정신질환과 호흡변이도(Table 2)

정신질환과 호흡 변이도에 관한 연구는 공황장애의 호흡 패턴에 대한 연구가 주를 이루고 있으며 그 밖에 분리불안장애, 범 불안장애, 정신분열증 등이 있었다.

Van den Hout M.A.²⁴⁾은 공황 장애 환자의 호흡 패턴을 분석하여 공황장애와 과호흡의 진단적 유의성을 연구 하였다. 과호흡은 공황장애 환자의 공황발작의 한 원인으로 알려져 있으며, 많은 연구에서도 공황장애 환자의 휴식 시 이산화탄소는 낮게 보고되어왔다. 그러나 대부분의 연구는 정신의학 치료를 하지 않은 경우에 국한되었고, 공황장애 호흡의 특징은 환자의 불안을 반영하기 때문에 건강한 대조군 뿐 아니라 불안증 환자와의 비교 연구도 필요하다. 따라서 본 연구에서는 연구대상을 공황장애 환자, 비 공황장애 불안증 환자 그리고 건강한 대조군으로 선정하였다. 호흡 지표는 호흡률, 호기말 이산화탄소 분압을 분석하였다. 호흡 데이터는 휴식기, 흥미로운 영화를 볼 때, 이완할 때, 두려운 상상을 할 때 각각 측정되었다. 그 결과 대부분의 연구와

동일하게 공황장애 환자들은 건강한 사람보다 낮은 휴식기 이산화탄소를 보였다. 그리고 비 공황장애 불안증환자도 공황장애환자만큼 낮은 휴식기 이산화탄소 수치를 보였다. 그러나 흥미로운 영화를 볼 때와 무서운 상상을 할 때는 세 그룹이 유사하게 과호흡으로 인한 고통이 증가되었다. 또한 호흡률, 호기 말 이산화탄소의 변이도의 증가, 호기 말 이산화탄소의 감소를 보였다. 즉, 본 연구는 과호흡이 공황장애 환자들의 특이적인 특징이 아니라는 결론을 낼 수 있었다.

Sein M.B.²⁵⁾은 공황장애 환자의 야간 호흡 패턴을 분석하여 불안을 보이지 않을 때도 불규칙한 호흡을 가지고 있는지 연구하였다. 14명의 약물치료를 받지 않는 공황장애 환자와 건강한 대조군에게 호흡 수면다원검사를 진행하였다. 호흡 측정은 3일 동안 측정되었으며 첫 날 밤은 적응기로 데이터에서 제외시켰다. 호흡률, 1회 호흡량 등의 반자동 지표는 각 수면 단계 마다 추출하여 계산되었다. 그 결과 공황장애 환자는 REM수면 동안 1회 호흡량의 불규칙함이 증가하였고, 5~10초의 짧은 무호흡의 비율이 증가하였다. 공황장애 환자는 대조군에 비해 수면 시 호흡 장애의 비율이 높았다. 불규칙의 원인은 뇌간의 이산화탄소에 대한 민감성의 변화 혹은 아직 연구되지 않는 다른 요인의 가능성이 제기되었다. 이 연구의 의의는 각성 상태 뿐 아니라 수면 시에도 공황장애 환자들이 호흡이 불규칙하다는 것을 밝혀냈다는 것이다.

Martinez J.M.²⁶⁾은 공황장애와 호흡변이도와의 상관성과 공황장애 치료가 호흡변이도를 변화시킬 수 있는지 연구하였다. 공황장애환자는 건강한 사람보다 호흡변이도가 크다는 연구들이 보고되었다. 따라서 이 연구에서는 공황장애, 주요 우울증, 월경 전 불쾌기분장애, 건강한 대조군 4개의 집단에서 기준점 호흡을 측정하였다. 그리고 5%, 7% 이산화탄소 흡입하는 2가지 상태 노출 후 호흡을 측정하였다. 공황장애 환자는 1차 실험 후 12주 동안 공황장애 약물치료, 인지 행동 치료 혹은 휴식을 취하게 하였으며, 대조군은 단지 휴식만을 취하게 하였다. 그 결과 공황장애 환자는 이산화탄소 흡입 전 대조군과 우울증 환자보다 큰 호흡변이도를 보였다. 월경 전 불쾌기분장애 환자 또한 대조군보다 큰 호흡변이도를 보였다. 그 후 7% 이산화탄소 흡입 시 공황상태를 보인 공황장애 환자는 공황 상태를 보이지 않은 공황장애 환자보다 더 큰 호흡 변이도를 보였다. 공황장애 치료를 받은 집단은 기준점의 호흡변이도가 의미 있게 변화되

Table 2. Psychopathy and Respiratory Variability

Author year	Subject	Theme	Method	Result
1993 van den Hout MA	PD (panic disorder) patients non-panic disorder anxiety patients, healthy controls	Hyperventilation is not diagnostically specific to panic patients.	Capnographic data respiratory rate, end-tidal CO ₂	Non-panic disorder anxiety patients was just as low as PD* patients. The exciting film and fearful imagery produced consistent increases in distress and concomitant increases in respiratory rate, variability of end-tidal CO ₂ , and decreases in end-tidal CO ₂ . This was similar in all three groups.
1995 Sein M.B	14 medication-free patients with panic disorder, 14 healthy comparison subjects.	Irregular breathing during sleep in patients with panic disorder	Polysomnography tidal volume, respiratory rate	Patients with panic disorder had evidence of abnormal sleep breathing as indicated by increased irregularity in tidal volume during REM and an increased rate of microapneas. A subgroup of patients had indices of subtle disorders in breathing during sleep that were above the 95th percentile for the comparison subjects.
2001 Martinez J.M	Panic disorder 49, major depression 21, premenstrual dysphoric disorder 10, normal controls 30	Respiratory variability in panic disorder	Tidal volume, respiratory rate, minute ventilation, API, Borg Scale of Exertion, 10-point anxiety scale	Panic disorder patients had significantly greater respiratory variability at baseline than normal control subjects and patients with major depression. The premenstrual dysphoric patients had greater variability than the normal control group. Panic disorder patients who panicked to 7% CO ₂ inhalation had significantly greater baseline variability than panic disorder patients who did not panic. Anti-panic treatment did not significantly alter baseline respiratory variability.
2009 Pfaltz M.C	Panic disorder 26 Normal controls 26	Respiratory Pathophysiology of Panic Disorder: An Ambulatory Monitoring Study	Tidal volume, inspiratory and expiratory time, respiration rate, minute ventilation,	Patients with PD* did not differ from HC [†] regarding any of the respiratory timing, volumetric and variability measures, with negligible group effect sizes for all measures. Patients with fewer self-reported respiratory symptoms of anxiety exhibited more pronounced rapid shallow breathing as well as diminished total breath time and its variability.
2010 Pfaltz M.C	Panic disorder 26 Normal controls 26	Physical activity and respiratory behavior in daily life of patients with panic disorder and healthy controls	Physical Activity Monitoring ambulatory monitoring	Amount of time spent at different activity levels did not differ between groups, which is at variance with studies linking anticipatory anxiety with motoric agitation, and PD* with self-reported avoidance of exercise
2012 S. A. Akar	46 Schizophrenia patients, 46 Healthy controls	Respiratory Variability during Different Auditory Stimulation Periods in Schizophrenia Patients	Respiratory patterns, respiration rate and depth, PANSS [‡] , symptom severity	The patients presented a significantly higher respiration rate than control subjects during the initial baseline and WN [§] exposure periods. CTM [¶] evoked an increase in respiration rates and a decrease in respiration depths in the control group, no significant differences were found during the stimulation periods in the patient group. The respiration rate was lower in the post-stimulation period than during the initial baseline period, and no respiration depth differences were found for the WN [§] , music or post-stimulation periods in the schizophrenia group. Patients exhibited a greater respiration depth than the control subjects over all periods.
2012 Kossowsky J	49 chil-dren with SAD**, 21 clinical controls with anxiety disorder, 39 healthy controls	Separation anxiety disorder in children: disorder-specific responses to experimental separation from the mother	Sympathetic and parasympathetic activation, cardiovascular, respiratory (total breath time, minute ventilation, tidal volume, end-tidal CO ₂ , respiratory variability, electrodermal, self-report	Children with a diagnosis of SAD** were characterized by elevated self-reported anxiety responses to separation and increased sympathetic reactivity compared with CC ^{††} and HC [†] groups. The SAD** group also displayed greater vagal withdrawal and higher reactivity in multiple cardiovascular, respiratory, and electrodermal measures compared with the HC [†] group, while corresponding responses were less in the CC ^{††} group and not significantly different from the other groups.
2013 Kossowsky J		Responses to voluntary hyperventilation in children with separation anxiety disorder: Implications for the link to panic disorder		SAD** children did not react with increased anxiety or panic symptoms and did not show signs of slowed recovery. However, during hyperventilation they exhibited elevated reactivity in respiratory variability, heart rate, and musculus corrugator supercillii activity indicating difficulty with respiratory regulation.

*PD: Panic disorder, [†]HC: Healthy controls, [‡]PANSS: The positive and negative syndrome scale for schizophrenia, [§]WN: White noise, [¶]CTM: Classical Turkish music, ^{**}SAD: Separation anxiety disorder, ^{††}CC: Clinical controls.

지 않았다. 즉 호흡변이도의 증가는 공황장애 환자의 중요한 특성이 될 수 있으며, 이산화탄소를 흡입한 상태는 공황 발작에 더 취약하다는 결론을 낼 수 있었다.

Pfaltz M.C.^{27,28)}은 두 편의 논문에서 공황장애와 호흡변이도에 관한 연구를 진행하였다. 첫 번째 논문에서는 실험실 기준의 외적 타당도(external validity)를 알아보기 위해 공황장애 환자의 호흡 패턴을 연구하였다. 호흡변이도의 증가와 한숨 등을 호흡의 비정상적인 지표로 삼았다. 26명의 공황장애 환자와 건강한 대조군의 일상의 신체적 활동과 호흡 부피, 시간, 호흡 변이도를 외래 모니터링 시스템으로 측정하였다. 그 결과 대조군은 대부분의 호흡 변수에서 일관적인 호흡 패턴을 보였으며 공황장애 환자 또한 호흡 시간, 부피, 변이도에서 이와 유사하였다. 공황장애 환자 뿐 아니라 부분적으로 호흡 장애 징후를 보이는 집단에서도 호흡 변이도의 증가가 보이지 않았다. 단 공황장애 환자군 중 불안의 호흡 증상에 대한 자기보고가 낮은 집단은 빠르고 좁은 호흡을 보였으며 총 호흡 시간과 변이도가 감소하였다. 결론적으로 본 연구는 공황장애 환자가 일상 생활에서 호흡 변이도 증가를 보인다는 이전 연구와 상충되는 결론을 도출하였다. 두 번째 논문에서는 공황장애 환자의 신체활동 정도에 따른 호흡변이도의 변화에 관한 연구를 진행하였다. 실험실 외 임상에서는 개인의 신체활동이 다양하며 교란변수로 작용할 수 있기 때문에 6개(움직임 없음, 최소의 움직임, 느린 걸음, 보통 걸음, 빠른 걸음, 달리기)로 계층화하여 오전 9시부터 오후 9시까지 관찰하였다. 신체활동의 정도에 따라 계층화를 시켜 분석한 결과 호흡측정에서 집단 간의 차이가 발견되지 않았다. 다만 최소의 움직임과 느린 걸음 동안에 공황 장애 집단에서 1회 호흡량의 변이도의 증가가 관찰되었다. 그러나 1회 호흡량 변이도를 상대적인 한숨의 비율 혹은 활동 정도로 분석 했을 때도 활동 정도가 다른 집단 간 차이를 입증하지 못했다. 이는 공황장애 환자의 활동 정도에 따른 호흡 조절장애 증거를 거의 제공하지 못했다.

정신분열증 환자는 감정과 자극 식별에 어려움을 보인다고 알려져 있으나, 정신분열증 환자에 있어서 소리 등 자극의 반응에 대한 연구는 미흡했다. 따라서 Akar S.A.²⁹⁾는 46명의 정신분열증 환자와 대조군을 대상으로 두 종류의 감정적인 내용을 담은 소리자극이 정신분열증 환자의 호흡에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 정신분열증 환자는 1차 휴식기와 백색잡음 노출시 대조군에 비해 높은 호흡률을 보

였으며, 모든 기간에서 대조군에 비해 더 큰 호흡 깊이를 보였다. 2차 휴식기와 클래식 음악을 들을 때 더 큰 호흡의 깊이를 보였다. 반면 대조군은 클래식 음악을 들려주었을 때 호흡률 증가와 호흡 깊이의 감소를 보였으나, 정신분열증 집단은 클래식 음악, 백색 잡음에서 호흡 깊이 차이가 없었으며 호흡률은 기준선보다 더 낮았다. 나아가 정신분열증 환자는 소리자극에 따라 2차 휴식기의 호흡률이 1차 휴식기보다 낮았으나, 호흡 깊이는 각 소리자극에 따라 특이한 차이를 나타내지 않았다. 이 결과는 정신분열증 환자의 소리자극에 대한 호흡 반응이 건강한 사람들과 다르다는 것을 보여준다.

Kossowsky J.^{30,31)}은 두 편의 논문을 통해 분리불안장애(SAD) 아이의 엄마와의 경험적 분리의 반응과 과호흡에 대한 연구를 진행 하였다. 분리불안장애는 아이들에게 나타나는 가장 흔한 불안 장애이며 공황장애 같은 성인 불안 장애의 진행을 예측할 수 있다. 그러나 분리불안장애에 관한 연구가 거의 이루어지지 않았으며 다른 불안 장애와의 구분에 대한 연구도 없다. 이 연구에서는 5~14세의 49명의 분리불안장애 아이들과, 21명의 다른 종류의 불안 장애, 34명의 건강한 아이들은 대상으로 교감 부교감 활동, 심박수, 동맥압, 말초 저항의 심혈관계 지표, 총 호흡 시간, 분당 환기량, 1회 호흡량, 호기말 이산화탄소, 호흡변이도의 호흡 지표, 피부전기활동성, 불안 인식 증상의 자기보고를 시행하였다. 4분 동안 엄마와 분리된 후 다시 만나는 과정 동안 각 지표를 측정하였다. 그 결과 분리불안 장애 아이들은 다른 집단에 비해 불안에 대한 자기 보고 반응이 상승하였고, 교감신경 반응성이 증가하였다. 또한 미주신경 반응 저하가 더 크게 나타났으며 심혈관계 반응, 호흡반응, 피부전기활동성이 증가하였다. 이러한 반응들은 다른 불안 장애 집단에서는 현저하지 않았다. 두 번째 논문에서는 분리불안장애와 공황장애의 생물학적 호흡 조절이 연결되는지, 또한 분리불안장애가 과호흡의 발생과 회복과 연관있는지 연구하였다. 이를 위해 분리불안장애 아이들을 대상으로 엄마와 분리후 다시 만나는 동안의 호흡을 측정하였다. 그 결과 분리불안장애 아이들은 불안이 증가하는 것에 반응하지 않았고 공황 증상을 보이지 않았으며 천천히 회복되는 지표도 관찰되지 않았다. 그러나 과호흡을 하는 동안 호흡 조절의 어려움과 관련한 호흡변이도, 심박동, 추미근 활동의 증가가 보였다. 이 결과는 분리불안장애 집단은 공황장애 환자보다 과호흡의

반응이 적었으나, 호흡변이도 변화 등의 호흡 조절 결함을 나타낸다.

3. 한숨과 호흡변이도(Table 3)

호흡 변이도는 감정 상태에 영향을 받으며, 이는 한숨과 연결된다. 한숨과 호흡변이도에 관한 연구는 총 6편의 논문이 선정되었다. Vlemingx E^{23,32-35)}은 5편의 논문을 통해 한숨과 호흡변이도 연관성을 보고하였다. 그 중 3편의 논문은 정신적 스트레스와 유발 한숨, 자발 한숨 및 호흡변이도에 관한 연구였다. 첫 번째 논문³²⁾에서는 유발 한숨이 자발 한숨과 같이 부정적인 감정을 완화시킬 수 있는지 알아보기 위해 암산을 통해 정신적 스트레스를 유발시키고, 이 후 유

발 한숨시 sEMG (표면 근전도)와 호흡 변이도를 기록하였다. 실험은 6분씩 총 3가지 작업(암산 작업, 지속적인 집중 작업, 암산 작업 시 한숨을 지시하는 것)을 무작위 순서로 실행한 후 6분간 휴식하도록 하였다. 암산은 스트레스를 유발하는 작업이었으며, 지속적인 집중은 컴퓨터 화면상 움직이는 점을 피험자가 직접 마우스를 이용하여 따라가는 단순 작업이었다. sEMG은 뇌에서 근육으로 전달되는 미세전류를 측정하여 근육의 긴장도를 검사하는 것으로 한숨이 안도에 효과있는지 알 수 있는 검사이다. 정신적 스트레스를 받은 후 회복기에 유발 한숨과 자발 한숨을 측정하였다. 그 결과 sEMG의 증가, 랜덤 호흡변이도의 증가 후 자발 한숨이 발생하였으며, 자발 한숨을 쉬고 난 후에는 sEMG가 감

Table 3. Sighing and Respiratory Variability

Author year	Subject	Theme	Method	Result
2010 Vlemingx E	Healthy 43 persons	The relief effect of spontaneous and instructed sighs	Tidal volume, respiration rate, minute ventilation, sEMG*	A spontaneous sigh was preceded by increasing sEMG* and increasing random respiratory variability, and followed by decreasing sEMG* and increased structured correlated respiratory variability. Following an instructed sigh, a smaller reduction in sEMG* and an increase in random respiratory variability during recovery from mental stress were observed.
2010 Vlemingx E	Healthy 42 persons	Respiratory variability preceding and following sighs: A resetter hypothesis	Inspiratory volume, expiratory volume, respiration rate, minute ventilation, end-tidal pCO ₂	Towards a sigh, total variability gradually increased without concomitant changes in correlated variability, suggesting that randomness increased. After a sigh, correlated variability increased. No changes in variability were found in comparable epochs without intermediate sighs.
2011 Vlemingx E	Healthy 43 persons	Sigh rate and respiratory variability during mental load and sustained attention	Inspiratory volume, expiratory volume, respiration rate, minute ventilation, sigh, percentage rib cage breathing	For respiration rate (excluding sighs), reduced total variability was found during the attention task, whereas correlated variation was reduced during mental load. Sigh rate increased during mental load and during recovery from the attention task.
2011 Wuyts R	Scoring high N=45 low N=30 on trait negative affectivity (NA)	Sigh rate and respiratory variability during normal breathing and the role of negative affectivity	Respiration volume, respiration rate, minute ventilation, sigh, NA-Scale, PANAS [†]	Total variability was higher before a sigh than before a non-sigh, without concomitant differences in structured variability, suggesting more random variability before a sigh. After a sigh, correlated variability increased whereas it remained the same after a non-sigh.
2012 Vlemingx E	Healthy 47 persons	A sigh following sustained attention and mental stress: Effects on respiratory variability	Tidal volume, respiration rate, minute ventilation, sigh	A spontaneous sigh restored correlated variability. An instructed sigh restored correlated variability following mental arithmetic, and increased total variability following sustained attention.
2015 Vlemingx E	44 volunteers	Emotion, sighing, and respiratory variability	Inspiratory and expiratory time, respiration rate, tidal volume, minute ventilation, end-tidal pCO ₂ self-assessment manikins (SAM)	Negative and/or high-arousal emotions increased sigh rates and respiratory variability during picture viewing and imagery. Only depression imagery, decreased correlated variability (and only in minute ventilation). Fear imagery particularly increased variability in end-tidal carbon dioxide and expiratory time.

*sEMG: Surface electromyography, [†]PANAS: the Positive and Negative Affect Schedules.

Table 4. Mental Activity and Respiratory Variability

Author year	Subject	Theme	Method	Result
1993 Shea S.A	5 subjects with CCHS*	Effect of mental activity on breathing in congenital central hypoventilation syndrome	Breath duration, inspiratory time, expiratory time, respiration rate, tidal volume, minute ventilation, end-tidal PCO ₂	There were no significant differences between controls and CCHS* in mean breath duration, tidal volume, ventilation, arterial oxygen saturation or end-tidal PCO ₂ , during REST or the conditions of mental stimulation. Both groups increased ventilation during mental stimulation. Respiratory variability was not greater in CCHS* in any condition.
1998 Althaus M	32 subjects	Influence of respiratory activity on the cardiac response pattern to mental effort	Mean interbeat interval time, mean respiration rate, heart rate variability in the HFB [†] , HRV [‡] in the MFB [§] , HRV [‡] in the LFB , variability of respiration	The frequency band in which task load-related changes in heart rate variability became manifest appeared to be dependent on the individual's breathing pattern.

*CCHS: congenital central hypoventilation syndrome, [†]HFB: the high-frequency band, [‡]HRV: heart rate variability, [§]MFB: the midfrequency band, ^{||}LFB: low frequency band.

소하고 상관 호흡변이도가 증가하였다. 반면, 유발 한숨 후에는 sEMG의 감소폭이 적었으며 랜덤 호흡변이도가 증가하였다.

두 번째 논문³³⁾은 42명의 건강한 사람을 대상으로 앉은 상태에서 20분 동안 자발 호흡을 측정하였다. 분당 환기량의 총 호흡 변이도는 변이 상관계수로 측정되었으며, 상관 변이도는 자기상관계수로 수량화되었다. 그 결과 한숨을 쉬기 전 총 변이도는 증가하였고, 상관 변이도는 변화가 없었다. 즉 랜덤 변이도가 증가한 후 한숨이 유발되었고 한숨 후 상관 변이도가 증가하였다. 이 결과 호흡의 변이도의 상실이나 랜덤 변이도가 과도하게 발생하는 경우 한숨을 쉬는 것을 통해 상관 변이도를 유도한다는 것을 알 수 있었다.

세 번째 논문³⁴⁾에서는 43명의 건강한 사람들을 대상으로 기준점, 스트레스가 있는 암산 작업, 스트레스가 없는 집중 작업, 작업 후 회복하는 시기에 호흡변이도와 한숨을 측정하였다. 작업은 앞선 연구와 동일하였으며 각각 무작위로 배정하여 6분 동안 시행하였다. 그 결과 집중 작업 시에는 호흡률의 총 변이도가 감소하였으며 암산 작업 시에는 총 변이도는 증가하였다. 그런데 암산 시 총변이도 증가는 상관 변이도 감소 및 랜덤 변이도 증가에 기인하였다. 따라서 정신적 스트레스는 랜덤 변이도를 증가시키고 지속적 집중은 총 변이도를 감소시킨다는 결론을 낼 수 있었다. 자발 한숨 비율은 정신적 부담과 집중하는 작업에서 회복할 때 증가하였으며, 자발한숨은 랜덤 호흡 증가시, 상관 호흡변이도를 유발하여 호흡을 재설정하는 역할을 하는 것으로 사료된다.

네 번째 논문³⁵⁾에서는 47명의 건강한 사람들을 대상으로 4분 간 기준점 호흡을 측정 후 6가지 작업이 4분간 무작위하게 선정되었으며 2분간 회복기를 가졌다. 작업은 3가지 암산 작업과 3가지 지속적인 집중작업으로 구성되며 한숨을 유발하거나 아무런 조작을 가하지 않았다. 암산 작업은 상관 변이도 감소를 보이고, 지속적인 집중 작업은 총 변이도의 감소를 보였다. 자발 한숨은 상관 변이도를 회복시켰으며, 유발 한숨은 암산 후에 상관 변이도를 회복시키고 지속적인 집중 후에 총 변이도를 증가시켰다. 즉 지속적인 집중과 정신적 스트레스 후의 자발 한숨은 분당 환기량의 상관 변이도를 리셋시켜 집중과 정신적 스트레스를 극복하여 랜덤 호흡 변이도를 감소시키므로 호흡 조절을 재설정하였다. 반면 유발 한숨의 효과는 본 연구에서 명확하게 밝혀지지 않았다. 지속적인 집중 작업 후 상관 호흡 변이도의 회복은 자발 한숨에만 한정되며 정신적 스트레스 작업 후에만 국한되어 회복시키기 때문이다. 이것은 유발 한숨은 상관 변이도의 회복을 방해한다는 이전의 결과와 상반되는 것으로 실험 과정 상의 차이로 보인다. 본 연구는 이전 연구에 비해 암산에 더 큰 스트레스를 주었으며, 더 높은 한숨 비율, 큰 흉식 호흡, 등의 차이가 있었다. 그렇기 때문에 정신적 스트레스 작업 후 한숨의 필요성이 본 연구에서 더 높았고 한숨이 적절한 시기에 유발되어 효과를 발휘할 수 있었다. 결론적으로 자발 한숨은 정신적 스트레스와 지속적인 집중 작업 시 랜덤 변이도의 과도한 증가와 변이도의 감소를 제거하는 호흡 조절 역할을 수행한다. 또한 유발 한숨은 자발 한숨과 유사하게 생리적으로 적절한 순간에 호흡을 재설정하는 역

할을 수행한다.

마지막 논문²³⁾에서는 감정적이거나 집중하는 상태에서 한숨이 어떻게 호흡 조절에 영향을 미치는지에 관해 연구하였다. 첫 번째 실험에서 사진을 통해 감정을 유발하였으며, 두 번째 실험에서는 스크립트를 들려줌으로써 감정을 유발하였다. 그 후 시각적, 청각적 자극이 호흡의 유인, 발생, 우세한 비율에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 부정적인 정서를 가진 집단은 사진을 보거나 스크립트를 듣고 상상하는 동안에 한숨과 호흡변이도의 비율이 증가하였다. 그러나 우울한 상상은 분당 환기량의 변이도를 감소시켰고, 두려운 상상은 호기말 이산화탄소와 호기 시간의 변이도를 증가시켰다. 이 논문은 감정과 호흡변이도에 분류된 논문과 중복되는 것으로 감정이 호흡 조절에 영향을 미치며 호흡 조절은 한숨을 통해 이루어 진다는 결론을 낼 수 있었다. 이상 Vlemincx E의 연구 의의를 종합하면 다음과 같다. 자발 한숨은 정신적 스트레스나 지속적인 집중의 정신심리 상태일 때 호흡 변이도를 정상으로 회복시켜 호흡 조절을 정상상태로 복원시키는 역할을 한다. 자발 한숨은 안도를 유도하는 반면, 유발 한숨은 정신적 스트레스 회복을 억제한다. 그런데 정신적 스트레스에서는 유발 한숨 역시 상관 변이도를 회복시키므로, 자발 및 유발 한숨 모두 호흡조절 역할을 한다.

Wuyts R²¹⁾은 부정적인 성향을 가진 사람의 한숨이 어떻게 호흡에 영향을 끼치는지에 관한 연구를 진행하였다. 건강한 사람을 부정적인 감정 특성(negative affectivity NA)의 점수가 높은 그룹 45명과 낮은 그룹 30명의 자발적인 호흡을 한숨 전후에 한숨과 호흡 변이도를 10분간 측정하였다. 분당 환기량의 총 호흡변이도는 변동계수(coefficient of variation)를 지표로 삼았고, 상관 호흡 변이도는 자기상관성으로 수량화하였다. 총 변이도는 한숨 전 상태가 한숨을 쉬지 않기 전 상태보다 높았으며, 한숨 쉬기 전에 변이도

가 더 불규칙적(random)이었다. 한숨 쉬 후에는 상관 변이도가 증가하였고, 한숨을 쉬지 않은 후에는 증감이 보이지 않았다. 즉, 한숨은 호흡계의 리세터(resetter)로 작용한다는 결론을 이끌어낼 수 있다. 그러나 NA로 살펴보면 NA가 높은 그룹이 더 특정하게 이러한 패턴을 보였다. 이 논문은 감정, 한숨과 호흡변이도 분류와 중복되는 논문으로 호흡은 감정 상태와 한숨 유무에 따라 영향을 받을 수 있다. 즉 호흡의 안정성과 유연성은 중요한 요소이며, 환경에 대한 적절한 반응으로 호흡변이도가 발생한다.

한숨은 생리학, 정신학적 리세터로 설명할 수 있으며, 정신심리학적으로는 한숨은 호흡의 조절을 회복하여 항상성을 유지하여 호흡계를 뒷받침하고 환경에 유연하게 반응한다. 그리고 생리학적으로 한숨은 항상성 역할을 수행하며 스트레스와 감정의 발생을 차별하게 회복시켜주는 것을 도와준다는 결론을 낼 수 있었다^{7,36)}.

4. 활동과 호흡변이도(Table 4, 5)

활동은 정신적인 활동과 신체적인 활동으로 나눌 수 있으며 각각 호흡변이도에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다. 정신적인 활동과 호흡변이도에 관한 논문은 총 2편이 선정되었다.

Shea S.A³⁷⁾은 선천성 중추 수면저환기 증후군(CCHS) 환자의 정신활동이 호흡에 미치는 영향을 연구 하였다. CCHS는 수면 시 저 환기를 보이며 각성 시 적절한 호흡을 한다. CCHS 환자의 비정상적인 호흡 패턴이 극심한 정신 집중으로 유발되는지 알아보는 실험을 하였다. 호흡은 혈량 측정법(plethysmography)을 이용하여 호기 말 이산화탄소 분압, 동맥 산소 포화도를 측정하였다. 5명의 CCHS 아이들(8~17세)과 5명의 대조군을 선정하여 5분 동안 휴식, 독서, 암산, 비디오 게임 시 호흡을 측정하였다. 정신 집중은 중추신경계에서 발생하며 호흡 복합계를 자극한다. 그 결과

Table 5. Physical Activity and Respiratory Variability

Author year	Subject	Theme	Method	Result
2011 Castro R. R. T.	9 athletes, 9 sedentary groups	Principal components analysis to evaluate ventilatory variability: comparison of athletes and sedentary men	Minute ventilation, tidal volume, respiratory rate	The results show a close similarity between the global variability in two groups test, athletes and sedentary (control). For the athletes group, the parameter Vi* is responsible for the high VE [†] variability values while in the sedentary group the FR [‡] is more relevant for VE [†] variability.

*Vi: tidal volume, †VE: minute-ventilation, ‡FR: respiratory rate.

휴식, 정신적 자극 시 호흡의 평균 기간, 1회 호흡량, 환기, 동맥 산소 포화도, 호기 말 이산화탄소 분압에서 CCHS와 대조군 간 큰 차이가 없었다. 정신 자극 시 두 집단 모두 환기가 증가되었으며 CCHS는 모든 상태에서 호흡 변이도가 대조군에 비해 적게 나타났다. 즉 CCHS가 매 호흡마다 자발적인 활동을 요구하지 않았다.

Althaus M³⁸⁾은 정신적 노력이 심장과 호흡 활동에 미치는 영향에 대한 연구를 시행하였다. 32명의 건강한 성인을 대상으로 글자를 컴퓨터 모니터로 보여주고 기억하게 하는 작업을 3회 수행하고 완수 시간을 측정하였다. 각 작업 전에 휴식시간을 주어 인지 부하(cognitive load)의 증감을 조절하였다. 스펙트럼 분석을 이용하여 각 6가지 기간 동안 심박동과 호흡변이도의 평균값을 계산 하였다. 스펙트럼은 3가지 다른 주파수대에서 측정되었다. 심장 지표는 작업 수행과 휴식 시 작업 강도와 작업 제시 순서에 따라 차이가 발견되었다. 그 결과 작업 강도의 변화와 관련된 심박 변이도(HRV)의 주파수대는 개인의 호흡 패턴에 의존하여 나타났다. 이 연구는 두 가지 중요한 결과를 보여준다. 첫째, HRV와 정신 작업 강도는 호흡 활동에 영향을 끼친다. 두 번째, 주파수대는 실험 상황과 개인의 호흡 패턴에 의존하며 호흡 활동에 영향을 받는다. 실험실 내 호흡 주파수는 중간 주파수대를 발생시키지 않으며, 작업을 수행하는 동안 호흡 비율은 더 높게 발생하기 때문이다. 따라서 작업 수행 과정과 휴식 시 심장 기능 측정치가 작업의 강도에 따라 차이가 나타났다. 각각의 주파수대의 호흡 변이도를 비교한 결과, 작업 강도의 변화와 심박변이도의 주파수는 개인의 호흡 패턴에 독립적으로 나타났다.

신체적 활동과 호흡변이도에 관한 연구에서는 1편의 논문이 선정되었다.

Castro R.R.T³⁹⁾는 주로 앉아서 생활하는 사람과 활동량이 많은 운동선수의 호흡변이도 비교를 통해 신체 활동량이 호흡에 어떤 영향을 미치는지 연구하였다. 주성분분석(PCA)을 이용하여 호흡 지표의 변이도를 분석하였다. 최대 점진적 운동 검사를 통해 분당 환기량, 1회 호흡량, 호흡률을 측정하였다. 그 결과 고유값(eigen value)에서는 변수의 분산이 거의 90%로 2차원 분석 상 변이도가 감소하였고 두 집단에서 전체적으로 유사성을 보였다. 운동 선수 집단에서는 1회 호흡량이 분당 환기량 변이도와 더 밀접한 상관성이 있었으며, 주로 앉아서 생활하는 집단은 호흡률이 분당 환

기량 변이도와 더 밀접한 상관성이 있었다. 이 결과는 평소 운동상태에 따라 분당환기량 변이도 영향인자에 차이가 있음을 나타냈다.

IV. 결론

본 연구는 생리적 유연성과 호흡의 안정성을 평가하는 지표인 호흡 변이도에 관한 연구에 도움이 되고자 국외의 호흡 변이도에 관한 논문을 감정, 정신질환, 한숨, 활동 4가지로 분류하여 고찰하였다.

감정은 호흡 변이도에 영향을 미치며 어떤 종류의 감정 상태인지가 중요하다. 또한 감정에 대한 개인의 민감성이 다르기 때문에 개인 차이의 변수를 고려해야 한다. 호흡은 의학적 문제 외에 심리, 행동 영역의 여러 요소의 영향을 받는다. 따라서 호흡연구 시 지각, 감정, 의식의 영향을 고려해야 한다. 정신 질환 역시 호흡에 영향을 미친다. 과호흡은 불안과 밀접한 관련성이 있기 때문에 불안 장애 증상과 중복되는 부분이 있음에도 불구하고, 최근 연구결과들은 과호흡은 공황장애의 감별 지표가 될 수 없다고 보고하였다. 한숨은 구조적인 호흡 변이도를 리셋하여 호흡 시스템을 안정화시킨다. 또한 한숨은 정신 집중 등의 스트레스 상황에서 호흡 변이도를 회복시킨다. 즉, 정신적 활동의 스트레스가 한숨과 연결되고 이것이 호흡변이도에 영향을 미친다. 활동과 호흡변이도와 관한 연구는 크게 정신활동과 신체활동으로 구분하였다. 정신적 집중은 다양한 강도의 작업을 수행하면서 호흡을 자극하며 개인 호흡 패턴을 유발하였다. 신체 활동량 정도는 분당 환기량 변이도의 영향인자에 차이를 보였다.

본 리뷰연구를 통해 호흡변이도가 생리학적 지표로 사용되며 다양한 조건의 영향을 받고 변화될 수 있음을 보고하였다. 이는 호흡변이도가 건강 지표로의 활용 가능성과 병리 상태의 진단에도 사용 될 수 있음을 의미한다. 감정과 연관된 개인의 정서적 상태와 정신적 스트레스로 인한 자율신경 장애, 신경 정신질환과 관련한 질환 등의 진단과 치료 경과에 활용할 수 있어 응용 범위가 광범위 하다. 그러나 대부분의 연구결과는 연구 대상이 공황장애 환자, 분리불안 장애 환자에 편중되어있으며, 호흡변이도와 한의학적 생리병리에 관한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 따라서 향후 연구에서는 과호흡과 호흡변이도의 연구 대상을 건강군까

지 확대함으로써 과호흡과 호흡변이도간 관계를 연구해야 하며, 호흡 변이도를 한의학으로 적용시킬 수 있는 연구를 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

REFERENCES

- Lipsitz LA. Physiological complexity, aging, and the path to frailty. *Sci Aging Knowl Environ*. 2004;16:16.
- Cannon WB. The mechanism of emotional disturbance of bodily functions. *New English Journal of Medicine*. 1928;128:877-84.
- Cannon WB. Organization for physiological homeostasis. *Physiological Reviews*. 1929;9(3):399-431.
- Laitinen T, Hartikainen J, Niskanen L, Geelen G, Länsimies E. Sympathovagal balance is major determinant of short-term blood pressure variability in healthy subjects. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*. 1999;276(4):1245-52.
- Kim HK. The Physiological Effects of Controlled Respiration on the Electroencephalogram and Heart Rate Variability. Doctoral dissertation of Oriental Medicine Graduate School of Kyung Hee University. 2005.
- Yoo SY, Park YJ, Park YB. Correlation Analysis of Respiratory variability and HRV. *Journal of Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics*. 2008;12:74-83.
- Vlemincx E, Abelson JL, Lehrer PM, Davenport PW, Van Diest I, Van Den Bergh O. Respiratory variability and sighing: A psychophysiological reset model. *Biological Psychology*. 2013;93(1):24-32.
- Cherniack NS, Longobardo GS. Mathematical models of periodic breathing and their usefulness in understanding cardiovascular and respiratory disorders. *Experimental Physiology*. 2006;91(2):295-305.
- Khoo MCK. Periodic breathing and central apnea. In: Altose M, Kawakami Y, eds. *Control of Breathing in Health and Disease*. Marcel Dekker. New York. 1999;203-50.
- Khoo MCK. Determinants of ventilatory instability and variability. *Respiration Physiology*. 2000;122(2):167-82.
- Bruce EN. Measures of Respiratory Pattern Variability. *Bioengineering Approaches to Pulmonary Physiology and Medicine*. Springer Us. 1996:149-59.
- Kim DW, Park YJ, Hoe Y, Park YB. Correlation Analysis of Respiratory variability and POMS factors. *Journal of Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics*. 2008;12(2): 84-95.
- Haa SY, Park YB, Yang DH, Park YJ, Kim MY. The Study on the Change of EGG and HRV through Respiratory Control. *Journal of Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics*. 2007;11(1):157-66.
- Bae NS, Oh HS, Park YB. Correlation analysis for 9 respiratory indices and the Cold and Heat score. *Journal of Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics*. 2008; 12(2):96-106.
- Bruce EN, Daubenspeck JA. Mechanisms and analysis of ventilatory stability. *Regulation of Breathing*. 1995; 79:285-313.
- BuSha, Brett F, Stella, Martha H. State and chemical drive modulate respiratory variability. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(2):685-96.
- Hur J. Donguibogam. Bubin publishers CO. 2005:279.
- Han HC. Life-nurturing respiration in oriental medicine and Daoism: a focus on Daoism respiration, Hwangje-naegyeon, Donguibogam. Doctoral dissertation of Oriental Medicine Graduate School of Kyung Hee University. 2011:113-20.
- Van Den Wittenboer G, Van Der Wolf K, Van Dixhoorn J. Respiratory variability and psychological well-being in schoolchildren. *Behavior Modification*. 2003;27(5):653-70.
- Van Diest I, Thayer JF, Vandeputte B, Van de Woestijne KP, Van den Bergh O. Anxiety and respiratory variability. *Physiology and Behavior*. 2006;89(2):189-95.
- Wuyts R, Vlemincx E, Bogaerts K, Van Diest I, Van den Bergh O. Sigh rate and respiratory variability during normal breathing and the role of negative affectivity. *International Journal of Psychophysiology*. 2011;82(2): 175-9.
- Vlemincx E, Vigo D, Vansteenwegen D, Van den Bergh O, Van Diest I. Do not worry, be mindful: Effects of induced worry and mindfulness on respiratory variability in a non-anxious population. *International Journal of Psychophysiology*. 2013;87(2):147-51.
- Vlemincx E, Van Diest I, Van den Bergh O. Emotion, sighing, and respiratory variability. *Psychophysiology*. 2015; 52(5):657-66.
- Van den Hout MA, Hoekstra R, Arntz A, Christiaanse M, Ranschaert W, Schouten E. Hyperventilation is not diagnostically specific to panic patients. *Psychosom Med*. 1992;54(2):182-91.
- Stein MB, Millar TW, Larsen DK, Kryger M. Irregular. Irregular breathing during sleep in patients with panic disorder. *American Journal of Psychiatry*. 1995;152(8): 1168-73.
- Martinez JM, Kent JM, Coplan JD, Browne ST, Papp LA, Sullivan GM, Kleber M, Perepletchikova F, Fyer AJ, Klein DF, Gorman M. Respiratory variability in panic disorder. *Depression and Anxiety*. 2001;14(4):232-7.
- Pfaltz MC, Michael T, Grossman P, Blechert J, Wilhelm FH. Respiratory pathophysiology of panic disorder: An ambulatory monitoring study. *Psychosomatic Medicine*. 2009;71(8):869-76.
- Pfaltz MC, Grossman P, Michael T, Margraf J, Wilhelm FH. Physical activity and respiratory behavior in daily life of patients with panic disorder and healthy controls. *International Journal of Psychophysiology*. 2010;78(1): 42-9.
- Akar SA, Kara S, Bilgiç V. Respiratory variability during dif-

- ferent auditory stimulation periods in schizophrenia patients. *Methods of Information in Medicine*. 2012; 51(1):29-38.
30. Kossowsky J, Wilhelm FH, Roth WT, Schneider S. Separation anxiety disorder in children: Disorder-specific responses to experimental separation from the mother. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. 2012;53(2):178-87.
 31. Kossowsky J, Wilhelm FH, Schneider S. Responses to voluntary hyperventilation in children with separation anxiety disorder: Implications for the link to panic disorder. *Journal of Anxiety Disorders*. 2013;27(7): 627-34.
 32. Vlemincx E, Taelman J, Van Diest I, Van den Bergh O. Take a deep breath: The relief effect of spontaneous and instructed sighs. *Physiology and Behavior*. 2010;10(1): 67-73.
 33. Vlemincx E, Van Diest I, Paul ML, Andre E, Aubert, Van den Bergh O. Respiratory variability preceding and following sighs: A resetter hypothesis. *Biological Psychology*. 2010;84(1):82-7.
 34. Vlemincx E, Taelman J, De Peuter S, Van Diest I, Van Den Bergh O. Sigh rate and respiratory variability during mental load and sustained attention. *Psychophysiology*. 2011;48(1):117-20.
 35. Vlemincx E, Van Diest I, Van den Bergh O. A sigh following sustained attention and mental stress: Effects on respiratory variability. *Physiology & behavior*. 2012;107:1-6.
 36. Vlemincx E, Van Diest I, Van Den Bergh O. Imposing respiratory variability patterns. *Applied Psychophysiology Biofeedback*. 2012;37(3):153-60.
 37. Shea SA, Andres LP, Paydarfar D, Banzett RB, Shannon DC. Effect of mental activity on breathing in congenital central hypoventilation syndrome. *Respiration Physiology*. 1993;94(3):251-63.
 38. Althaus M, Mulder LJM, Mulder G, Van Roon AM, Minderaa RB. Influence of respiratory activity on the cardiac response pattern to mental effort. *Psychophysiology*. 1998;35(4):420-30.
 39. Castro RRT, Magini M, Pedrosa S, Sales ARK, Nóbrega ACL. Principal components analysis to evaluate ventilatory variability: Comparison of athletes and sedentary men. *Medical and Biological Engineering and Computing*. 2011;49(3):305-11.

