

일회성 호흡훈련 피드백이 중년여성의 HRV-자율신경시스템 변화에 미치는 영향

김지선[†]

중원대학교 스포츠산업전공

(2018년 5월 31일 접수: 2018년 6월 20일 수정: 2018년 6월 22일 채택)

The Effects of Acute Respiratory Training Feedback upon a Change on HRV-Autonomic Nervous System in Middle-aged Women

Ji-Sun Kim[†]

Department of Sport Industry Major, Jungwon University

(Received May 31, 2018; Revised June 20, 2018; Accepted June 22, 2018)

요약 : 본 연구는 일회성 호흡훈련 피드백이 중년여성의 HRV-자율신경시스템 변화에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 연구대상자는 중년여성(40-60세) 중 24명을 호흡군 12명, 통제군 12명으로 무선할당하여 일회성 호흡 훈련을 실시하였다. 호흡군의 피드백 훈련은 총 15분 동안 실시되었으며, 10분 간 전문가 지도에 따른 호흡 자각 훈련 후 5분 간 자율호흡 훈련을 실시하였다. 자료의 분석은 SPSS WIN 20.0으로 반복측정 변량분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시하였으며, 이를 통해 얻어진 결론은 다음과 같다. 중년여성들은 일회성 호흡 훈련 후 SDNN, RMSSD, LF, HF가 유의하게 높아졌으며, 호흡군이 통제군보다 SDNN, RMSSD, LF, HF가 유의하게 높아진 것으로 나타났고, Mean HR과 LF/HF는 집단과 시기의 주효과, 집단과 시기의 상호작용효과 모두 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과로 일회성 호흡훈련 피드백은 중년여성들의 SDNN, RMSSD, 교감활성, 부교감활성에 효과적이며, 이러한 호흡 훈련 프로그램은 자율신경계 균형 능력을 향상시켜 중년여성들의 스트레스 완화 및 자율신경실조증을 회복할 수 있는 운동중재의 효용 가치를 기대할 수 있다고 사료된다.

주제어 : 일회성 호흡 훈련, 피드백, 중년여성, HRV, 자율신경시스템

Abstract : The purpose of this study was to analyze the effect of acute respiratory training feedback upon a change on HRV-Autonomic nervous system in middle-aged women. The research subjects were totally 24 middle-aged women(40-60 years old), were randomly allocated 12 people to the respiratory training group and 12 people to the control group, and then were carried out the acute respiratory training. The feedback exercise in the respiratory training group was conducted for totally

[†]Corresponding author
(E-mail: dsjy100@jwu.ac.kr)

15 minutes. Following the 10-minute breath awareness training according to the expert's guidance, the 5-minute autonomous breathing exercise was implemented. The data analysis was carried out Repeated Measures ANOVA with SPSS WIN 20.0. The conclusions that were obtained through this are as follows. The middle-aged women got significantly higher in SDNN, RMSSD, LF, HF after the acute respiratory training. Compared to the control group, the respiratory training group was indicated to have gotten higher significantly in SDNN, RMSSD, LF, HF. Mean HR and LF/HF were not shown a significant difference in both the main effect of group & period and the interaction effect of group & period. Above of a result the acute respiratory training feedback is effective for SDNN, RMSSD, sympathetic activity, parasympathetic activity in the middle-aged women. Thereby, the respiratory training program improves autonomic nervous system, being considered to be possibly expected the effective value of exercise intervention available for relieving stress and recovering autonomic dysfunction in the middle-aged women.

Keywords : Acute respiratory training, Feedback, Middle-aged women, HRV(Heart Rate Variability), Autonomic Nervous System.

1. 서론

심박변이도(HRV, Heart Rate Variability)란 심박의 주기적인 변화를 의미하는 것으로 동방결절에 미치는 호흡(Respiration), 압수용기(Baroreceptor), 화학수용기(Chemoreceptor), 자율신경계(Autonomic Nervous) 자극에 따라 미세한 변화를 나타내고 체온, 대사성 변화, 수면, 스트레스 저항도 등의 생체 변이를 나타낸다. 이는 심박동간의 미세한 변화로부터 자율신경계의 체내 항상성 조절 메커니즘을 추정할 수 있음을 의미하는데, 항상성 조절능력이 건강한 상태에서는 체온, 혈압, 혈중 산소포화도 등에 민감하게 반응하여 빠른 시간 내에 생리적인 균형 상태에 이를 수 있지만 질병 상태에 있는 경우에는 생리적인 균형 상태를 조절할 수 없어 건강상태 변화를 나타내는 중요한 지표라 할 수 있다. 따라서 HRV 감소의 의미는 심박동의 역동적 변화의 복잡성이 감소되었음을 나타내는 것이며, 끊임없이 변화하는 환경에 대한 체내 적응 능력이 저하되었음을 의미하므로 조절 능력 향상에 적극적인 회복 관리가 필요한 부분이라 하겠다.

이러한 인체 자율신경시스템(ANS, autonomic nervous system)은 교감신경(SNS, sympathetic nervous system)과 부교감신경(PNS, parasympathetic nervous system)의 상반된 작용을 통해 체내 항상성 유지에 중추적 역할을 하게 되는데[1], 현대인들이 일상생활에서 겪게 되는

지속적 스트레스와 회복되지 않은 피로감은 교감신경 과활성 및 부교감신경 활동저하 등의 자율신경시스템의 불균형을 초래하여 체내 항상성 유지 기능의 저하로 자율신경실조증(Autonomic failure)의 다양한 만성질환을 유발시킨다. 특히 중년기의 여성은 노화로 인한 생리적 기능 저하가 급격히 나타나고 이로 인해 일상생활에서 장기간 회복되지 못한 생리적 스트레스 반응이 다양한 질환으로 이환되면서 자율신경 불균형의 기전을 자각하지 못하고 만성질환 상태의 자율신경실조증 위험도가 높아지게 된다.

스트레스에 대해 자율신경계에서 지배되는 반응들은 불수의적인 것으로서 알려져 있으나, 최근 연구의 동향은 다양한 생리적 과정에 대한 피드백이 주어졌을 때 심박동수, 혈류량, 피부온도, 땀샘활동, 위장관 활동과 같은 생리적 활동에 대한 자가 조절이 가능한 부분에[2] 관심이 높아지고 있다. 특히 자율신경계의 체내 항상성 유지는 교감신경의 각성반응과 부교감신경의 이완반응의 상반된 활동이 시스템을 조율하는데, 호흡조절에 따른 생리적 반응에서 주목되어지는 것은 이완반응이다. 자연 호흡(Natural breathing)을 알아차리는 것만으로도 무의식적인 호흡 패턴의 변화가 일어나 호흡이 느려지고 심신이 이완되는 효과가 있어[3] 능동적 호흡 자각 훈련에 따른 생체변화 메커니즘을 규명하고 호흡요법의 치유적 효능을 구체적으로 활용할 필요성이 대두되는 추세이다.

최근 호흡 생리 연구 분야에서 호흡훈련 중재

의 목표는 질병으로부터 완전한 회복보다는 질병으로부터 초래되는 장애를 최소화시키고 예방하는데 있어 증상감소나 활동 수행력을 증진시킬 수 있는 호흡프로그램을 개발하여 적용하는 일이 중요하다고 보고되어지고 있고, 여러 질환에서 호흡훈련의 중요성이 증대되어 효율적인 건강관리법으로서 재조명되고 있다[4-6]. 또한 피드백 호흡장비 훈련 시 호흡 보조근을 많이 사용한다고 하였는데[7], 호흡기 질환을 치료하기 위한 호흡장비 훈련은 병원에서 치료적 훈련으로 활용되고 있기 때문에 경제적 부담과 호흡 처치의 빈도가 낮은 문제점이 있어 본 연구에서 중년여성들이 자율호흡 훈련을 통해 생리기능 활성을 조절할 수 있다면 일상생활에서 호흡운동프로그램의 효용성을 기대할 수 있는 긍정적 기초 자료를 제시할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 일회성 호흡 훈련에 따른 자율신경계 시스템 변화의 관련성을 비침습적 심박변이도(HRV)를 분석하여 중년여성의 생리적 스트레스 반응을 완화할 수 있는 호흡 조절 피드백을 통해 자율신경 균형을 회복할 수 있는 운동 중재 효과를 규명해보고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 C소재지 거주하고 있는 중년여성

(40세-60세)을 대상으로 기초 조사를 통해 최근 6개월 동안 규칙적인 운동 참여를 하지 않은 비 신체활동자로서 전문의에게 특정 질환의 의학적 소견 및 약물 처방을 받지 않은 대상자 24명을 선정하였다. 피험자들은 본 연구의 절차를 이해하고 자발적 의사로 연구 참여 동의서를 작성한 후 총 24명의 피험자들은 호흡군(RG) 12명, 통제군(CG) 12명으로 무선 배정되었고, 피험자의 신체적 특징은 <Table 1>과 같다.

2.2. 연구절차

본 연구의 절차는 <Fig. 1>과 같다.

2.3. 호흡 훈련 프로그램

일회성 호흡 훈련 피드백은 전문 지도자가 호흡군의 피험자들에게 자연호흡, 흉식호흡, 복식호흡의 호흡 자극 방법을 교육하며 10분 동안 실시하였고, 이후 5분 동안은 자율호흡 훈련으로 개인이 주관적 호흡 패턴을 안정적으로 유지하며 실시할 수 있도록 처치하였다. 통제군의 피험자들은 호흡처치 없이 15분간의 휴식을 취한 후 HRV-자율신경계 변화를 측정하였다. 호흡 훈련 프로그램은 피험자가 흡기 호기의 자연호흡 조절을 자각하는 훈련으로 시작하여, 흡기 호기 시 호흡근을 촉진하여 복근, 늑간근, 횡경막 수축 이완 자극이 충분히 이루어질 수 있도록 흉식호흡을 실시하였고, 이 후 하복부 강화와 함께 흡기 호기 시 안정된 복식호흡 조절을 유지할 수 있도록

Table 1. Physical characteristics of subjects

Variable Group	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)
RG(n=12)	54.17±4.04	157.33±4.81	59.36±6.23	24.00±2.52
CG(n=12)	55.00±3.02	158.83±3.95	58.82±7.24	23.33±2.75

Values are means±standard deviation

RG: Respiratory training group, CG: Control group

Subject select (n=24)	Pre-test	Treatment	Post-test	Statistical analysis
Separate group (Randomly assign) RG(n=12) CG(n=12)	HRV (Heart Rate Variability)	RG:Respiratory training CG:Control group	HRV (Heart Rate Variability)	

Fig. 1. Procedures of this study

Table 2. Respiratory training program

Frequency	Time	Respiratory training
One-time	10(min)	Respiratory awareness training according to expert guidance. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Natural breathing ▪ Thoracic breathing ▪ Abdominal breathing
	5(min)	Autonomous respiratory training.

록 점진적으로 운동 증대하였다. 프로그램의 구체적인 호흡 훈련내용은 <Table 2>와 같다.

(LF/HF :Low Frequency / High Frequency ratio)을 분석하였다.

2.4. 측정항목 및 방법

2.4.1. 신체조성 측정

피험자들의 신장은 자동신장계(PD300DHR)로 체중과 BMI는 체성분분석기(Bio Space In Body 720)를 이용하여 측정하였다.

2.4.2. 자율신경계 측정 및 분석

자율신경계는 맥파측정기 uBioClip v70(Biosense Creative)로 심박변이도(HRV, Heart Rate Variability)를 분석하였다. 피험자들은 자율신경계 활성도를 분석하기 위해서 편안한 자세로 의자에 앉아 검지손가락 끝에 센서를 끼워 모세혈관에서 비침습적 방법으로 2분 30초 동안 맥파를 측정하도록 하였다. 자율신경 평가는 유럽심장학회와 북미심조율전기생리학회의 표준치를 근거하여 심박동변이(HRV: Heart Rate Variability)를 시간영역과 주파수영역으로 구분하여 분석하였다[8].

• 시간영역 분석(Time domain analysis)

평균맥박(Mean HR), 표준편차(SDNN: standard deviation of the node to node intervals), 평균편차(RMSSD: Square root of the mean of the sum of the square of differences between adjacent NN intervals)의 값을 산출하였다.

• 주파수영역 분석(Frequency domain analysis)

교감활성(LF: low frequency)은 0.04-0.15Hz 범위의 스펙트럼 밀도를 말하며, 부교감활성(HF: high frequency)은 0.15-0.40Hz 범위의 스펙트럼 밀도의 값을 산출하였고, 자율신경 균형

2.5. 자료처리

본 연구의 수집된 자료는 SPSS(Statistical Package for the Social Science) Ver. 20.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하고, 호흡군과 통제군의 신체적 특성과 동질성을 검증하기 위해 t-test(검증)를 실시하였다. 또한 일회성 호흡 훈련이 HRV-자율신경시스템에 미치는 영향을 알아보기 위해 반복 측정 변량분석(Repeated Measures ANOVA)을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. HRV-자율신경활성도 시간영역 분석

일회성 호흡 훈련 피드백에 따른 중년여성들의 HRV-자율신경활성도 시간영역 분석 결과는 <Table 3>과 같다. Mean HR은 시기별 호흡군은 사전(72.52 ± 7.49)보다 사후(71.57 ± 7.62)가 낮아졌고, 통제군은 사전(75.99 ± 7.10)보다 사후(77.48 ± 8.97)가 높아졌다. 집단별로는 사전에는 통제군(75.99 ± 7.10)이 호흡군(72.52 ± 7.49)보다 높았으며, 사후에도 통제군(77.48 ± 8.97)이 호흡군(71.57 ± 7.62)보다 높은 수치를 나타냈다. 이후 반복측정 변량분석 결과 시기와 집단의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과 모두 통계적으로는 유의한 차이를 나타내지 않아($p > .05$) 일회성 호흡훈련 피드백이 중년여성들의 평균맥박 변화에 별다른 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

심박수는 동방결절에 있는 심박 조율 세포의 자발성이 자율신경계에 영향을 미쳐 교감신경과 부교감신경의 상반된 영향이 균형을 이루어 심박

Table 3. Changes of time domain analysis

Variables		RG(n=12)	CG(n=12)	Source	F	p
Mean HR	Pre	72.52±7.49	75.99±7.10	Time	0.19	0.669
	Post	71.57±7.62	77.48±8.97	Group	3.82	0.064
				Time*Group	2.25	0.148
SDNN	Pre	31.42±10.28	27.71±8.22	Time	9.17**	0.006
	Post	39.98±9.50	27.27±6.41	Group	6.19*	0.021
				Time*Group	11.27**	0.003
RMSSD	Pre	24.36±8.97	20.20±6.63	Time	9.60**	0.005
	Post	33.53±10.74	20.23±5.97	Group	8.21**	0.009
				Time*Group	9.50**	0.005

Values are means±standard deviation

RG: Respiratory Training group, CG: Control group

* $p<.05$, ** $p<.01$

수를 결정하게 되는데, 정상 범위 내에서 평균 맥박수의 감소는 심장의 기능적 측면이 향상되어 예비력이 증가된 부분을 나타낸다고 할 수 있다. 본 연구에서 호흡군은 정상범위 내에서 안정된 심박수의 감소를 나타내었지만 통계적으로 유의한 수준에는 미치지 못했다. 이러한 결과는 필라테스와 기체조 운동 후 평균맥박이 유의하게 감소된 선행 연구 결과[9] 보다 미흡한 수준을 나타낸 부분이지만, 추후 호흡훈련 피드백의 빈도를 높인다면 호흡군 활성화를 충분히 자극하여 심장 기능의 효율성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

SDNN은 시기별 호흡군은 사전(31.42±10.28)보다 사후(39.98±9.50)가 높아졌고, 통제군은 사전(27.71±8.22)보다 사후(27.27±6.41)가 낮아졌다. 집단별로는 사전에는 호흡군(31.42±10.28)이 통제군(27.71±8.22)보다 높았으며, 사후에도 호흡군(39.98±9.50)이 통제군(27.27±6.41)보다 높은 수치를 나타냈다. 이후 반복측정 변량분석 결과 시기($F=9.17$, $p<.01$)와 집단($F=6.19$, $p<.05$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=11.27$, $p<.01$) 모두 유의한 차이를 나타내 중년여성들은 호흡 훈련을 실시한 후 SDNN이 유의하게 높아졌으며, 호흡 훈련을 실시한 중년여성이 통제군의 중년여성보다 SDNN이 높아진 것으로 나타났다.

SDNN은 교감신경계와 부교감신경계의 영향을 받아 30-60ms의 표준범위 이내에서 높을수록 건강하다고 판단할 수 있으며, 30ms이하는 회복 관리가 필요한 수준이라 할 수 있다. 일반적으로

SDNN의 감소는 체내와 외부 환경의 변화에 신속히 대응하지 못하고 자율 신경계의 항상성 유지 메커니즘을 상실하였거나 다양한 스트레스에 대한 대처 능력이 상실되었을 때 나타나는데, 이로써 전반적인 건강 상태 변화와 자율 신경계의 인체 조절 능력 상실 등을 예측할 수 있다. 또한 SDNN이 50ms 이하를 나타내는 경우 100ms 이상을 나타내는 환자보다 상대적으로 5.3배 높은 사망과 관련이 있으며[10], 후기 심근경색 환자의 사망률을 예측하기 위한 지표로 사용될 수 있는 것으로 보고되어[11] 특히 심혈관계 질환 위험률이 높아지는 중년여성들에게 중요한 건강 지표라 할 수 있다. 이에 본 연구에서 일회성 호흡 훈련만으로도 중년여성들은 SDNN 향상에 효과적인 영향을 나타냈는데, 호흡 자각 피드백이 미주신경 활성도를 높여 스트레스 저항도를 개선시킨 의미 있는 결과라 사료된다.

RMSSD은 시기별 호흡군은 사전(24.36±8.97)보다 사후(33.53±10.74)가 높아졌고, 통제군도 사전(20.20±6.63)보다 사후(20.23±5.97)가 높았다. 집단별로는 사전에는 호흡군(24.36±8.97)이 통제군(20.20±6.63)보다 높았으며, 사후에도 호흡군(33.53±10.74)이 통제군(20.23±5.97)보다 높은 수치를 나타내었다. 이후 반복측정 변량분석 결과 시기($F=9.60$, $p<.01$)와 집단($F=6.21$, $p<.01$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=9.50$, $p<.01$) 모두 유의한 차이를 나타내 중년여성들은 호흡 훈련을 실시한 후 RMSSD가 높아졌으며, 호흡 훈련을 실시한 중년여성이 통제군의 중년여

성보다 RMSSD가 높아진 것으로 나타났다.

RMSSD는 심장에 관여하는 자율 신경 중 부교감 신경의 활동을 평가하고자 할 때 활용되는 변수로 RMSSD이 심장의 안정도를 나타내 20-40 ms의 정상 범위에서 40ms이상의 높은 수치를 나타낼수록 심기능이 건강한 상태이고, 20ms이하는 질한 관리가 필요한 수준이다. 심장에 관여하는 부교감 신경의 활동은 심장의 전기적인 안정에 관여하며 심장에 이상이 있는 경우나 이상 징후가 나타나기 전에 RMSSD는 건강한 사람에 비해 저하되어 있는데, 특히 SDNN의 감소와 더불어 RMSSD이 10ms이하로 감소하면 심장 질환의 발병 위험이 높다는 것을 시사한다. 선행연구에서 유연성이 저하되어 있는 성인 남성을 대상으로 일시적 유연성운동 처치 후 30분 시점에서 부교감신경계를 나타내는 심장의 안정도(RMSSD; Root Mean Square of the Successive Differences)가 유의하게 증가된 것으로 나타났는데[12], 이러한 보고는 본 연구의 호흡군에서 RMSSD의 유의한 향상도를 나타낸 결과를 지지하는 부분으로 일회성 호흡 훈련 피드백의 안정된 호기 호흡은 부교감신경 활성도를 높여 중년여성들의 심장 기능 안정에 긍정적 영향을 미쳐 심장의 부교감신경 조절 능력 향상에 유용한 운동 중재의 시사성을 확인할 수 있었다.

3.2. HRV-자율신경활성도 주파수영역 분석

일회성 호흡 훈련 피드백에 따른 중년여성들의 HRV-자율신경활성도 주파수영역 분석 결과는

〈Table 4〉와 같다. LF를 분석한 결과 시기별 호흡군은 사전(6.04 ± 0.85)보다 사후(8.10 ± 0.86)가 높아졌고, 통제군도 사전(5.97 ± 0.87)보다 사후(5.99 ± 0.69)가 높아졌다. 집단별로는 사전에는 호흡군(6.04 ± 0.85)이 통제군(8.10 ± 0.86)보다 높았으며, 사후에도 호흡군(8.10 ± 0.86)이 통제군(5.99 ± 0.69)보다 높은 수치를 나타내었다. 이후 반복측정 변량분석 결과 시기($F=50.39, p<.001$)와 집단($F=14.65, p<.01$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=48.10, p<.001$) 모두 유의한 차이를 나타내 중년여성들은 호흡 훈련 실시 후 교감활성이 높아졌으며, 호흡 훈련을 실시한 중년여성이 통제군의 중년여성보다 교감활성이 높아진 것으로 나타났다.

LF는 교감신경을 반영하는 수치로 육체적인 피로도, 체내 에너지소실, 수면부족 무기력증을 예측할 수 있는 요인인데, LF의 저하는 급성스트레스, 피로, 에너지 저하, 불면증 질환을 나타내기도 한다. 선행연구에서 기공수련자의 수련 기간별 심박변이도 특성과 기분상태를 분석하여 기공수련자가 초보자에 비해 교감신경(LF) 활성도가 유의하게 높게 나타났다고 보고하였는데[13], 이는 본 연구에서 호흡 훈련이 중년여성들의 교감활성 증가에 효과적인 영향을 미치는 결과를 뒷받침하는 부분이라 할 수 있다. LF는 상대적인 저주파 성분으로 교감신경계와 부교감신경계의 활동을 동시에 반영하는데, 피로 상태에서는 LF가 저하되어 생체 에너지 소실을 나타내고, 느린 속도로 호흡하는 경우 부교감 신경 활동으로 인해서 LF

Table 4. Changes of frequency domain analysis

Variables		RG(n=12)	CG(n=12)	Source	F	p
LF	Pre	6.04 ± 0.85	5.97 ± 0.87	Time	50.39***	0.000
	Post	8.10 ± 0.86	5.99 ± 0.69	Group	14.65**	0.001
				Time*Group	48.10***	0.000
HF	Pre	5.18 ± 0.57	5.21 ± 0.61	Time	82.34***	0.000
	Post	7.50 ± 0.65	5.22 ± 0.64	Group	27.17***	0.000
				Time*Group	81.16***	0.000
LF/HF	Pre	1.17 ± 0.13	1.15 ± 0.13	Time	2.58	0.123
	Post	1.09 ± 0.09	1.15 ± 0.06	Group	0.25	0.624
				Time*Group	3.054	0.094

Values are means \pm standard deviation

RG: Respiratory Training group, CG: Control group

** $p<.01$, *** $p<.001$

의 증가가 초래되기도 한다. 본 연구에서 실시된 호흡 피드백 훈련은 중년여성들이 호흡 활동의 내재적 자극을 인지하고 흥·복식호흡을 길고 안정된 패턴으로 유지할 수 있도록 지도하였는데, 이러한 호흡 상태의 집중과 각성이 교감활성 증가에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

HF를 분석한 결과 시기별 호흡군은 사전(5.18 ± 0.57)보다 사후(7.50 ± 0.65)가 높아졌고, 통제군도 사전(5.21 ± 0.61)보다 사후(5.22 ± 0.64)가 높아졌다. 집단별로는 사전에는 통제군(5.21 ± 0.61)이 호흡군(5.18 ± 0.57)보다 높았고, 사후에는 호흡군(7.50 ± 0.65)이 통제군(5.22 ± 0.64)보다 높은 수치를 나타내었다. 이후 반복측정 변량분석 결과 시기($F=82.34$, $p<.001$)와 집단($F=27.17$, $p<.001$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=81.16$, $p<.001$) 모두 유의한 차이를 나타내 중년여성들은 호흡 훈련 실시 후 부교감활성이 높아졌으며, 호흡 훈련을 실시한 중년여성이 통제군의 중년여성보다 부교감활성이 높아진 것으로 나타나 호흡 훈련 피드백이 중년여성들의 부교감활성 증가에 효과적인 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다.

HF는 부교감신경을 반영하는 수치로 정신적 심리적 피로도, 노화 만성스트레스를 예측할 수 있는 요인이며, HF의 저하는 만성스트레스, 심장의 전기적인 안정도, 내장 활동의 기능 부전 등에 영향을 미치게 된다. 교감활성은 분신수질에서 분비되는 노르에피네프린 같은 아드레날린성 호르몬에 의해 촉진되는데, 이는 혈관 내 혈류량을 상승시켜 근육을 수축시키고, 동공 및 폐 기관지 확장 등의 항진 반응을 유도하게 된다. 반면 부교감활성은 아세틸콜린 호르몬에 의해 촉진되어 동공 및 기도 수축, 소화효소 촉진 등 체내 기관 활동의 억제로 근 이완 및 혈류량 감소를 유도하여 신체를 안정 상태로 회복시키게 된다. 특히 심장 미주신경활동(Cardiac vagal activity)을 촉진하면 부교감신경 활성화를 유도하는데, 이는 안정 시 심박수 감소를 포함한 자율신경 조절 및 기능향상에 긍정적 효과를 제공한다[14]. 따라서 HF는 심장의 전기적인 안정도에 관여해 심폐 기능이 노화 되어 있거나 심장 돌연사로 사망한 환자의 경우 사망 전에 HF는 현저하게 감소되어 있어 회복되지 않은 지속적인 스트레스나 공포, 불안, 심장질환 시 HF의 감소가 현저히 나타난다. 이에 본 연구에서 호흡 훈련을 실시한 중년여성들이 HF의 유의한 향상도를 나타낸 결과는

호흡주기나 심박동의 변화와 관련이 깊어 느리고 안정된 깊은 호흡이 심장의 전기적 안정을 도모해 부교감신경 활성화에 긍정적으로 작용된 것으로 판단된다.

LF/HF를 분석한 결과 시기별 호흡군은 사전(1.17 ± 0.13)이 사후(1.09 ± 0.09)보다 높았고, 통제군은 사전(1.15 ± 0.13)과 사후(1.15 ± 0.06)가 비슷한 수치를 나타냈다. 집단별로는 사전에는 호흡군(1.17 ± 0.13)이 통제군(1.15 ± 0.13)보다 높았으며, 사후에는 통제군(1.15 ± 0.06)이 호흡군(1.09 ± 0.09)보다 높았지만, 이후 반복측정 변량분석 결과 시기와 집단의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>.05$). LF/HF는 교감과 부교감신경의 비율로 0.5-2의 범위에서 자율신경 균형 상태를 나타내는데, 본 연구에서 호흡군은 정상범위 내에서 안정된 자율신경 균형 상태를 나타내었지만 통계적으로 유의한 수준에는 미치지 못하였다. 이러한 결과는 선행연구에서 일시적 유연성운동 후 중년여성들의 자율신경계 지표 중 HF는 유의하게 증가된 반면, LF/HF 비율은 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않은 결과를[15] 뒷받침하는 경향을 나타내었다. 자율신경 균형은 교감신경과 부교감신경의 상충작용에 의해 결정되는데, 연구보고에 따르면 안정 시 심박수 100미만에서는 교감신경과 부교감신경의 상충작용에 의해 비율이 유지되며, 심박수 100이상부터는 교감신경에 의해 조절된다고 하였다[16]. 이에 본 연구에서는 두 집단 모두 70-80회의 정상 범위 내에서의 심박수를 나타내 심장 미주신경의 관여도가 작용해 안정된 자율신경균형 상태가 통계적 유의수준을 나타내진 않은 것으로 판단된다.

자율신경시스템 불균형은 특히 운동자극 상황에서 급성 요인으로 작용될 수도 있는데, 이는 심장돌연사 또는 심박회복률 지연 등의 심혈관질환 사고의 위험 요인이 될 수 있어 호흡 조절을 통해 심박 회복률의 안정화를 도모하고 체내 항상성 조절을 위한 자율신경계 밸런스 회복 능력이 중요하다. 본 연구의 실험에 참여한 피험자들은 평균 연령 54-55세의 중년여성들로서 폐경 전후의 생리적 노화가 진행되고 있어 심장 기능의 회복률이 이미 저하된 상태로 적극적인 호흡 운동 중재는 질환의 예방 관리에 중요한 부분이라 할 수 있다. 이에 본 연구는 호흡 훈련 피드백을 통해 중년여성들이 흡기와 호기 과정의 자극을 인지하고 스스로 호흡을 주관하는 방식을

습득해 나아가 반복적인 호흡 패턴에 신체적 감각과 정신을 집중시켜 스트레스 이완을 효율적으로 자극해 운동중재의 효용성을 규명하고자 하였다. 이러한 결과를 바탕으로 중년여성들이 심박수 안정화와 이완 반응의 생리적 과정을 인지하고 집중하는 호흡 훈련의 빈도를 높인다면 자율신경계의 초기 불안정한 반응 경로에서 안정된 조절 능력을 유지하는 밸런스 기능 향상과 중년기 자율신경실조증 회복에 긍정적 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 일회성 호흡훈련 피드백이 중년여성의 HRV-자율신경활성도에 미치는 영향을 규명하기 위해 중년여성 총 24명을 호흡군 12명, 통제군 12명으로 나누어 일회성 호흡 훈련을 실시하였다. 이에 따른 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 시간영역 분석에서 Mean HR은 시기와 집단의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과 모두 유의한 차이를 나타내지 않았지만, SDNN은 시기($F=9.17, p<.01$)와 집단($F=6.19, p<.05$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=11.27, p<.01$)를, RMSSD에서도 시기($F=9.60, p<.01$)와 집단($F=6.21, p<.01$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=9.50, p<.01$) 모두 유의한 차이를 나타냈다. 둘째, 주파수영역 분석에서 LF는 시기($F=50.39, p<.001$)와 집단($F=14.65, p<.01$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=48.10, p<.001$)를, HF에서도 시기($F=82.34, p<.001$)와 집단($F=27.17, p<.001$)의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과($F=81.16, p<.001$) 모두 유의한 차이를 나타냈지만, LF/HF는 시기와 집단의 주효과, 시기와 집단의 상호작용 효과 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.

결론적으로 중년여성들은 일회성 호흡 훈련 후 SDNN, RMSSD, LF, HF가 유의하게 높아졌으며, 호흡군이 통제군보다 SDNN, RMSSD, LF, HF이 유의하게 높아진 것으로 나타났다. 따라서 일회성 호흡훈련 피드백은 중년여성들의 자율신경 활성화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 추후 호흡 자각 능력을 향상 시키는 호흡 훈련 피드백의 활용은 다양한 운동 형태에서도 중년여성들의 만성 스트레스 완화와 자율신경실조증을 효과적으로 관리 개선할 수 있는 운동중재

로서 긍정적 효용 가치를 기대할 수 있을 것이다.

References

1. R. E. Klabunde, *Cardiovascular Physiology Concepts 3rd edition*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, (2005).
2. I. S. Jeong, "Effect of Progressive Muscle Relaxation using Biofeedback on Stress, Immune Response and Climacteric Symptoms of Middle-Aged Women", *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol.34, No.2 pp. 213-224, (2004).
3. S. S. Satyananda, *Asana Pranayama Mudra Bandha 4th edition*, Bihar: Yoga Publications Trust, (2008).
4. S. j. Han, *The effects of a pulmonary rehabilitation program for chronic obstructive pulmonary disease patients*, Graduate School of Catholic University of Seoul, (2012).
5. M. H. Lee, *Effects of the Neck Stabilizing Exercise Combined with the Respiratory Reeducation Exercise on Breathing Function in Patients with Stroke*, Department of Rehabilitation Science of Graduate School of Daegu University, (2014).
6. K. C. Seo, *The Effect of Pulmonary Function and Respiratory Muscle Activity in the Stroke Patients after Complex Breathing Exercise*, Department of Rehabilitation Science of Graduate School of Daegu University, (2012).
7. J. H. Lee, *The Effect of Pulmonary Function in the Stroke Patients after feedback breathing exercise*, Department of Physical Therapy of Graduate School of Rehabilitation Science Daegu University, (2008).
8. 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*, Vol.93, pp.1043-1065, (1996).
9. J. S. Kim, “The Effects of Breathing Exercises on the Change of Autonomic Nervous System Activity in Female Adults”, *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, Vol.30, No.2 pp. 295-309, (2016).
 10. R. E. Kleiger, P. K. Stein, M. S. Bosneer, J. N. Rottman, “Time domain measurements of heart rate variability”, *Cardiology Clinics*, Vol.10, pp. 487-498, (1992).
 11. H. Tsuji, F. J. Venditti, E. S. Manders, J. C. Evans, “Reduced Heart Rate Variability and Mortality Risk in an Elderly Cohort: The Framingham Heart Study”, *Circulation*, Vol.90, No.2 pp. 878-883, (1994).
 12. P. T. Farinatti, P. P. Soares, W. D. Monteiro, A. F. Duarte, L. A. Castro, “Cardiovascular responses to passive static flexibility exercises are influenced by the stretched muscle mass and the Valsalva maneuver”, *Clinics*, Vol.66, No.3 pp. 459-464, (2011).
 13. J. Y. Shim, Y. J. Im, “Study of Heart Rate Variability Characteristics and Mood States of Gigong Trainers by Training Period”, *Kukhak Institute*, Vol.12, pp. 173-216, (2012).
 14. C. Bouchard, T. Rankinen, “Individual differences in response to regular physical activity”, *Medicine and science in sports and exercise*, Vol.33 No.6 pp. 446-456, (2001).
 15. J. H. Yoon, *The Effects of Acute Flexibility Exercise on Arterial Stiffness and Autonomic Nervous System in Middle Aged Women*, Department of Sports Science of Graduate School of University of Seoul, (2016).
 16. D. W. White, P. B. Raven, “Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: Revisited”, *The Journal of physiology*, Vol.592, No.12 pp. 2491-2500, (2014).