

자세변화가 자율신경계에 미치는 영향

김인배 · 김은경^{1†} · 강종호²

부산가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ¹서남대학교 물리치료학과, ²부산가톨릭대학교 물리치료학과

The Influence of Position Change on Autonomic Nervous System Function

In-Bae Kim, PT, BS, Eun-Kyung Kim, PT, MS,^{1†} Jong-Ho Kang, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Graduate School of Catholic University of Pusan

¹Department of Physical Therapy, Seonam University

²Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Received: December 16, 2013 / Revised: January 4, 2014 / Accepted: January 10, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to examine the position changes with tilt table on autonomic nervous system using heart rate variability analysis.

METHODS: Forty healthy adult males volunteered in this study. The low frequency, high frequency and low frequency/high frequency ratio and mean heart rate, standard deviation of all normal R-R intervals, root mean square of successive differences, heart rate variability index were measured at the tilt table angle of 0°, 45° and 90° with pulsoximeter. Data were analyzed one-way ANOVA and LSD post hoc test.

RESULTS: The mean heart rate, low frequency and low frequency/high frequency ratio increased significantly at higher angle of tilt table ($p < .05$). The root mean square of successive differences, heart rate variability index decreased significantly at lower angle of tilt table ($p < .05$). The standard deviation of all normal R-R intervals, high frequency decreased at higher angle of tilt table did not show significant

difference.

CONCLUSION: The sympathetic activity increased significantly at higher angle of tilt table. The parasympathetic activity decreased at higher angle of tilt table, but the difference were not significant. The autonomic adaptation, balance and heart rate variability decreased significantly at higher angle of tilt table. Based on these results, in the treatment of patients with a change in posture precedence should be carefully treated. Further studies are necessary to determine the most safety and effective methods.

Key Words: Position changes, Autonomic nervous system, Tilt table

I. 서론

자율신경계는 생명기관 기능을 조절하고 다양한 내부 및 외부환경변화에 대한 항상성을 유지시키는데 중요한 역할을 수행하므로, 자율신경계의 균형은 건강을 유지하는데 중요하다. 뇌졸중과 같은 신경계 환자들은 심혈관계 질환을 원인으로 가지고 있어, 자율신경계

†Corresponding Author : kek74ing@naver.com

균형을 유지하는 능력이 많이 감소되어 있다(Lakusic 등, 2003; Lakusic 등, 2005). 뇌졸중 환자의 심부정맥 발병이 교감신경계 항진과 밀접한 관련 있다는 것을 고려하면(Giubilei 등, 1998), 자율신경계 균형 유지는 환자 관리에 중요한 요소가 되어야 할 것이다. 그런데, 물리치료와 작업치료에 참여하는 뇌졸중 환자들은 치료가 진행되는 동안 심박수가 항진되는 경향을 가지고 있다고 밝혀졌다(이상진, 2008). 안정 상태에서 교감신경 활성화 항진과 부교감신경 활성화 하강이 지속될 경우 심혈관계 스트레스를 증가시킬 수 있으므로, 환자의 예후에 영향을 미칠 수 있다(Vasegui와 Shivkumar, 2008). 이러한 사실에 입각해 보면, 재활 과정에서 행해지는 다양한 치료적 행위가 자율신경계에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 연구가 필요할 것이다.

물리치료 행위와 자율신경계 연관성을 알아본 연구들은 혈압과 피부온도, 호흡수, 맥박수와 같은 전통적인 측정방법을 사용하였다(Lee, 2002; Moon 등, 2010). 이와 같은 측정방법들은 자율신경계의 균형을 정량적으로 측정하고 표준범위에서 비교, 평가하는 것이 어렵다. 따라서 보다 과학적인 측정방법으로 객관적인 정보가 제공되어야 하는데, 최근에 가장 널리 사용되는 측정방법은 심박변이도(heart rate variability:HRV)이다. 심박동 사이의 간격은 외부 환경 변화에 반응하여 계속 변화하는데 시간흐름에 따라 심박동이 주기적으로 바뀌는 것을 심박변이도라고 부른다(Kristal-Boneh 등, 1995). 심박변이도는 신뢰성과 재현성이 높은 측정방법이며, 비침습적인 방법으로 측정이 가능하여 자율신경계 평가에 널리 보급되고 있다. 심박변이도는 자율신경계의 전반적 정보를 제공해주는 시간영역 측정과 교감신경과 부교감신경을 분리 해석해주는 주파수영역 측정으로 구분되며, 교감신경과 부교감신경 활성화 상태 그리고 자율신경계 균형 정보를 객관적으로 제공해 준다(Task Force, 1996).

심혈관계 질환을 앓고 있는 환자의 자율신경계 기능은 정상보다 감소되어 심박변이도가 낮아지고 심박변이도가 낮을수록 질병의 중증도가 높아진다고 알려져 있다. 즉, 심박변이도와 질병의 중증도는 밀접한 상관관계가 있다고 알려져 있다(Kim 등, 2005). 물리치료

연구에서 심박변이도로 자율신경계 상태를 측정하면, 심혈관계에 미치는 스트레스를 추정할 수 있다. 이를 통해서 물리치료사는 심혈관계 스트레스를 최소화시킨 치료행위를 선별하여 이용할 수 있게 될 것이다. 현재 물리치료와 자율신경계 영향을 알아보는 국내 연구는 전기자극에 국한되어 있어(Kang과 Kim, Kim 등, 2003; 2009; Lee, 2002; Moon 등, 2010), 다양한 물리치료 행위에 대한 자율신경계 영향 정보가 부족한 실정이다.

Shin 등(2011)은 운동 시 자세 종류에 따라 변화하는 자율신경계 변화를 알아보는 연구에서 SDNN과 RMSSD가 앉은 자세에서 가장 높고 누운 자세가 가장 낮다고 주장하면서, 자율신경계 균형을 고려해야하는 대상자들에게 운동을 실시할 때, 운동 시 자세를 충분히 고려하라고 권고하였다. 마찬가지로 물리치료를 필요로 하는 대상자들도 이러한 자세를 변화시켜서 수행되는 다양한 서비스를 중재 받고 있다. 특히 자율신경계 균형을 고려해야하는 다양한 심혈관계 질환, 신경계 질환, 노인 대상자들이 증가하고 있는 추세이다. 하지만, 보편적으로 이러한 정보를 활용하고 있지 않는 상태이다. 그러므로 이러한 대상자들을 훈련시켜야하는 물리치료사들에게 자세가 어떤 영향을 미치는지 정보를 제공해야할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 현재 물리치료에서 가장 많이 중재되는 자세변화를 단순화시켜, 누운 자세와 비스듬하게 누운 자세, 기립자세로 구분하여 심박변이도를 측정하고 그 변화를 측정하여 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 연구 대상자는 정형계 질환과 신경계 질환 병력이 없으며, 심장 및 혈관과 관련한 심혈관계 질환 병력이 없는 건강한 남자 성인이다. 하루 일과의 스트레스 상황이 연구결과에 영향을 미칠 수 있을 것이라 판단하여, 하루 일과가 동일한 대상자들만 선정하였다. 실험에 참여한 모든 대상자는 본 연구의 취지를 자세하게 설명을 듣고 자발적으로 실험 참여에 동의

하였다. 대상자 수는 40명이며, 나이는 22.54±3.1세이고 키는 166.23±3.11cm, 평균 체중은 68.19±4.12kg이었다.

2. 연구방법

실험실의 환경은 온도 23°C, 습도 65%로 밝고 쾌적한 환경을 유지시키고, 실험을 실시하는 동안에 외부인의 출입과 잡담을 일체 금지시켜 소리에 대한 영향을 배제 시켰다. 또한 경사 침대 주위를 커튼으로 둘러 시각적 영향을 배제시켰다. 자율신경계 측정은 시간에 따라 차이가 있으므로 모든 실험은 오후 17시에서 18시 사이에만 실시하였다. 모든 대상자들은 실험을 실시하기 48시간 전부터 운동, 과식, 음주를 금지시켰으며, 실험을 실시하기 3시간 전부터 흡연 및 음식과 카페인 이 함유된 음료 섭취를 제한시켰다. 실험 참여자에게 편안한 복장을 제공하고, 실험실에서 의자에 앉아 10분간 안정을 취하도록 하여, 실험실 환경에 적응시켰다.

3. 측정방법 및 측정항목

측정에 사용한 기기는 맥파계(uBioClipV70, Biosense creative, 대한민국)로 좌측 손의 검지에 펄스옥시미터(pulsoximeter)를 부착하여 심박변이도를 측정하였다. 먼저 실험 대상자에게 0. 로 설정된 경사 침대에서 바로 누운 자세를 취하게 하고, 10분간 안정을 취하게 하였다. 경사 침대의 각도는 5분 간격으로 0. , 45. , 90. 로 바꾸었으며, 설정된 각 설정 각도에서 측정부위를 심장높이와 동일하게 처치하여 심박변이도를 2회 연속 측정하고 평균하였다. 심박변이도 측정은 시간영역(time domain) 측정과 주파수영역(frequency domain)

측정, 2가지 방법으로 측정, 분석하였다. 시간영역 항목은 평균 심박동수(mean HRT), R-R 간격의 표준편차를 측정하는 SDNN(standard deviation of all normal R-R intervals), R-R 간격 차이의 RMS 평균을 측정하는 RMSSD(root mean square of successive differences), 심장 변이도를 나타내주는 심박변이도(HRV index)이며, 주파수영역 항목은 0.15-0.4Hz 주파수 영역을 측정하는 HF(high frequency oscillation power)와 0.04-0.15Hz 주파수 영역을 측정하는 LF(low frequency oscillation power), 저주파/고주파 비(LF/HF ratio)이다.

4. 자료처리 방법

획득된 데이터는 SPSS 18.0을 이용하여 처리하였으며, 평균 및 표준편차로 표기하였다. 경사 침대 각도에 따른 심박변이도 시간영역과 주파수영역 항목의 변화를 비교하기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정은 LSD를 이용하였다. 유의수준 α는 .05로 설정하였다.

III. 결과

1. 시간영역 분석 결과

평균 심박수는 경사 침대 각이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다(p<.05). SDNN과 RMSSD, HRV index는 감소하였는데, RMSSD와 HRV index는 유의한 변화를 보였다(p<.05)(Table 1).

Table 1. Comparison of time domain analysis

Category	Angle	0°	45°	90°	F
	mean* HRT(beat/min)		68.07±8.1 ^a	74.61±15.53 ^{ab}	85.23±8.04 ^b
Time	SDNN(ms)	49.43±14.24	45.50±16.37	41.64±11.15	2.075
Domain	RMSSD(ms)**	48.31±18.02 ^a	29.23±12.21 ^{ab}	22.60±7.57 ^b	27.063
	HRV index(%)**	48.08±18.76 ^a	33.33±14.46 ^a	31.29±12.62 ^b	9.388

All data represent the Mean ± SE. Values with the same letter are significantly different(p<.05) by Fisher's LSD test. The same character are same group by post hoc test. *p<.05, **p<.01.

2. 주파수영역 분석 결과

LF는 경사 침대 각이 증가할수록 증가하였으며, 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). HF는 반대로 감소하였

으며, 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$). LF/HF ratio도 경사 침대 각이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다($p<0.05$)(Table 2).

Table 2. Comparison of frequency domain analysis

Category	Angle	0°	45°	90°	F
Frequency Domain	LF(ms2)*	6.20±0.91 ^a	6.70±0.88 ^{ab}	6.93±0.72 ^b	5.305
	HF(ms2)	5.87±0.67	5.65±0.68	5.46±0.8	2.207
	LF/HF ratio*	1.08±0.13 ^a	1.21±0.14 ^b	1.29±0.17 ^b	13.943

All data represent the Mean ± SE. Values with the same letter are significantly different($p<0.05$) by Fisher's LSD test. The same character are same group by post hoc test. * $p<0.05$, ** $p<0.01$.

IV. 고 찰

본 연구는 누운 자세, 비스듬하게 누운 자세, 기립자세를 경사침대를 이용하여 처치하고 심박변이도로 자율신경계 상태를 관찰하였다. 그 결과, 누운 자세에서 기립자세로의 자세변화는 평균 심박수를 높이고 교감신경계 활성을 증가시켰으며 부교감신경계 활성을 감소시켰다. 그리고 자율신경계의 균형 상태를 보여주는 LF/HF ratio가 유의하게 증가하였는데, 이는 누운 자세에서 비스듬하게 누운 자세, 기립자세로 자세를 변화시키면 자율신경계의 균형이 깨어진다는 것을 보여주는 것이다. 교감신경과 부교감신경 활성의 변화는 경사침대 각도 증가로 인체가 기립자세에 다가가면서 하지 정맥환류가 감소되어 압수용체 반응을 일으키는 보상 반응 때문에 일어나는 현상이다(Hayano 등, 1993). 그리고 SDNN은 값이 클수록 심장의 변이도가 크고 환경 변화에 잘 대응한다는 것을 의미하는 지표인데(IM, 2007), 본 연구에서 SDNN은 누운 자세에서 비스듬하게 누운 자세, 기립자세로 자세를 바꿈에 따라 다소 감소되었다. 즉, 누운 자세에서 기립자세로 자세를 바꾸는 처치는 환경 변화에 대응하는 능력을 감소시킬 가능성이 있다는 것이다. 하지만, 통계적으로 유의한 결과는 아니었다. 그리고 마찬가지로 RMSSD도 큰 폭으로 감소되는 것을 관찰하는데, RMSSD는 부교감신경계 활

성을 평가하는 지표로서 RMSSD 값이 극단적으로 낮아지면 심혈관계 문제를 일으키는 가능성이 높아진다(IM, 2007). 부교감신경이 차단되면 심실세동이 유발되어 심인성 사망률을 높일 수 있고(Thayer와 Land, 2006), 반대로 부교감신경이 활성화되면 심실세동과 부정맥을 방지할 수 있다는 선행연구(Cerati와 Schwartz, 1991)를 고려하면, RMSSD 변화는 중요한 의미를 가지는 것이다. 즉, 누운 자세에서 기립자세로 자세를 바꾸는 조치는 부교감신경 활성을 억제시킬 가능성이 있는 것이다. 게다가 본 연구에서 HRV index 값도 마찬가지로 감소되었는데, 누운 자세에서 기립자세로 자세변화가 심혈관계 스트레스 적응력을 감소시킬 수 있다는 것을 보여주는 것이다(Kim 등, 2005).

현재 국내 물리치료 현장에서 다양한 대상자에게 자세변화를 시행하고 있다. 특히 경사침대를 이용한 누운 자세, 비스듬하게 누운 자세, 기립자세 처치가 많이 이루어지고 있다. 본 연구는 누운 자세, 비스듬하게 누운 자세, 기립자세를 경사침대를 이용하여 처치하였으며, 조절된 경사침대의 각도는 45. 로서 3단계로 자세변화를 제공하였다. 또한 각 자세에서 다른 자세로 중재할 때 5분의 휴식시간을 제공하여 변화된 자세에 적응할 수 있는 시간을 제공하였다. 주어진 실험조건에서 RMSSD 값이 크게 감소한 것을 생각해 보면, 갑작스런 자세변화를 제공하기보다 순차적인 자세변화를 제

공해야할 필요성과 좀 더 여유로운 시간을 두고 자세변화를 처치해야할 필요가 있을 것으로 생각된다. 비록 본 연구가 심혈관계 문제가 없는 정상성인을 대상으로 수행되었지만, 만약 뇌졸중과 같은 신경계 질환을 앓고 있는 대상자이거나 심혈관계 문제가 있는 대상자의 경우 본 연구의 결과보다 좀 더 나쁜 결과가 나올 가능성을 충분히 예상할 수 있다(Barron 등, 1994). 따라서 물리치료 현장에서 이러한 대상자를 상대로 제공되는 누운 자세, 비스듬하게 누운 자세, 기립자세 처치에 영향을 미칠 수 있는 변수를 밝혀낼 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구는 일괄적으로 오후에 수행되었는데, 오후 시간은 하루 일과에 대한 스트레스로 자율신경계 적응력이 떨어져 있다(Choi 등, 2008). 따라서 오전보다 오후에 훈련을 실시할 경우 RMSSD 값이 더 감소될 가능성도 있다. 따라서 오전 일과에 참여하는 환자인 경우 오후에는 좀 더 세심한 주의를 기울여야할 것으로 생각된다.

Shin 등(2011)은 누운 자세와 앉은 자세, 기립자세에서 SDNN, RMSSD를 연구하였는데, 누운 자세에서 가장 낮고 앉은 자세에서 가장 높다고 주장하였으며, 앉은 자세에서 운동을 수행할 때 주의가 필요하다고 주장하였다. 비록 본 연구는 앉은 자세가 아닌 비스듬하게 누운 자세로 연구를 수행하였지만, 기립자세에서 가장 낮게 나타나 선행연구와 상이한 결과를 보였다. 즉, 우리의 연구결과에서는 기립자세에서 운동을 수행할 경우 좀 더 무리가 있을 것 생각된다. 건강한 성인들을 대상으로 실시한 연구에서, 근력을 동원해야하는 운동은 교감신경계 활성을 증가시키는 것으로 나타났다(Lee 등, 2012). 일반적으로 누운 자세에서 앉은 자세로, 앉은 자세에서 기립자세로 자세변화를 단 시간 내에 실시하고, 곧바로 많은 체력 소모를 필요로 하는 기능 훈련을 실시하는 치료패턴을 고려한다면, 교감신경계 활성 증가와 부교감신경계 활성 감소가 더욱 두드러지게 나타날 수도 있을 것으로 생각된다. 추후 각 자세에서 물리치료 중재가 자율신경계에 어떤 영향을 미치는지 알아보는 연구도 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 제한점이 있다. 첫째, 본 연구 대상자는 질환이 없는 젊은 남성만을 대상으로 하였으므로, 환자

에게 일반화하는 것은 조심스럽게 접근해야 한다. 둘째, 본 연구는 일시적인 각도변화에 따른 측정치만 분석하였으므로 임상현장을 정확히 반영하기는 어렵다. 비록 환자를 대상으로 실시한 연구는 아니지만, 본 연구의 결과가 임상현장과 충분한 상관성이 있을 것으로 예상된다. 따라서 환자를 대상으로 다양한 상황의 자세 변화 분석연구를 시행하여 보다 안전한 치료계획을 수립하는데 노력해야할 것이다.

V. 결론

본 연구는 경사침대 각도증가로 자세변화를 일으키고 자율신경계의 반응을 관찰하였다. 경사침대 각도가 증가함에 따라 LF와 LF/HF ratio가 유의하게 증가하였으나 HF는 유의한 변화를 보이지 않았다. 각도가 증가함에 따라 평균 심박수와 SDNN은 증가하였으나 SDNN은 유의한 변화를 보이지 않았다. RMSSD와 HRV index는 각도가 증가함에 따라 유의하게 감소하였다. 이 연구결과는 누운 자세에서 기립자세로 자세를 변화시키는 처치가 자율신경계의 항상성을 떨어트릴 수 있다는 것을 보여주고 있다. 즉, 자세변화가 정상성인의 자율신경계를 변화시키는 것으로 미루어보아 자율신경계 문제를 가진 환자의 자세 변화 시 주의를 기울여야 할 것이다. 또한 정상성인과 환자를 대상으로 자세 변화 처치에 대한 다양한 영향변수를 선정하고, 분석함으로써 보다 안전하고 효과적인 치료방법을 제시해야 할 것이다.

References

- Kang JH, Kim YN. The Influence of Transcutaneous Electrical Stimulation on Autonomic Function. J. of The Korean Society of Physical Medicine. 2009;4(4):241-7.
- Kim MS, Gwag MA, Jang US, et al. Effect of Electroacupuncture Stimulation on Heart Rate Variability in Healthy Adults. The Journal of Korean Acupuncture &

- Moxibustion Society. 2003;20(4):157-69.
- Kim SH, Hwang HJ, Kim JW, et al. The Relationship between Heart Rate Variability and Illness Severity. *J Korean Acad Fam Med*. 2005;26(3):152-7.
- Kristal-Boneh E, Raifél M, Froom P, et al. Heart rate variability in health and disease. *Scand J Work Environ Health*. 1995;21(2):85-95.
- Lakusić N, Mahović D & Babić T. Gradual recovery of impaired cardiac autonomic balance within first six months after ischemic cerebral stroke. *Acta Neurol Belg*. 2005;105(1):39-42.
- Lakusić N, Mahović D, Babić T, et al. Changes in autonomic control of heart rate after ischemic cerebral stroke. *Acta Med Croatica*. 2003;57(4):269-73.
- Lee HH, Oh MJ, Jeong IG. Effect of Resistance Exercise on Heart Rate Variability. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2012;47(2):1023-31.
- Lee MH. Influence on Autonomic Function Before, During, and After Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Senile Patients with Chronic Low Back Pain. *J Kor Soc Phys Ther*. 2002;14(3):174-202
- Moon HY, Kang S, Kim HS, et al. The Effect of Galvanic Vestibular Stimulation on Autonomic Nervous System Response. *J. Kor Acad Clin Elec*. 2010;8(2):19-24.
- Shin YA, Kim MJ, Ahn JH. The comparison of heart rate variability and blood pressure according to posture and exercise type. *Exercise Science*. 2011;20(3):249-60.
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. HeartRate Variability. *Circulation*. 1996;93:1043-65.
- Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol*. 2007;74(2):224-42.
- Vasegui M, Shivkumar K. The role of the autonomic nervous system in sudden cardiac death. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2008;50(6):404-19.
- Arai Y, Saul JP, Albrecht P, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol*. 1989;256(1 Pt 2):132-41.
- Barron SA, Rogovski Z, Hemli J. Autonomic consequences of cerebral hemisphere infarction. *Stroke*. 1994;25(1):113-6.
- Cerati D, Schwartz PJ. Single cardiac vagal fiber activity, acute myocardial ischemia, and risk for sudden death. *Circ Res*. 1991;69(5):1389-401.
- Choi CJ, Choi HS, Kim KS. The Changes in Heart Rate Variability between Morning and Afternoon. *J Korean Acad Fam Med*. 2008;29(8):579-84.
- Giubilei F, Strano S, Lino S, et al. Autonomic nervous activity during sleep in middle cerebral artery infarction. *Cerebrovasc Dis*. 1998;8(2):118-23.
- Hayano J, Taylor JA, Yamada A, et al. Continuous assessment of hemodynamic control by complex demodulation of cardiovascular variability. *Am J Physiol*. 1993;264(4 Pt 2):1229-38.
- IM ST. A Randomized, Placebo-controlled and Double-blind Trial = The effects of distilled Astragali Radix Herbal Acupuncture on the Heart Rate Variability(HRV). Graduate School of Woosuk University. Doctorate thesis. 2007.