자세와 수면 박탈이 심박 변이도에 미치는 영향

연세대학교 대학원

의과학과

심 영 우

자세와 수면 박탈이 심박 변이도에 미치는 영향

지도교수 김 덕 원

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2009 년 12 월

연세대학교 대학원

의과학과

심 영 우

심영우의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김 덕 원 인

심사위원 이 문 형 인

심사위원 남 기 창 인

연세대학교 대학원

2009 년 12 월

감사의 글

의학공학교실에 첫 발을 내딛은지 벌써 2년이 지났습니다. 그동안 부족한 저를 긴 시간동안 항상 세심한 지도와 아낌없는 배려로 이끌어 주신 김덕원 교수님께 진심으로 감사드립니다. 바쁘신 와중에도 많은 도움을 주신 이문형 교수님과 연구실과는 떨어져 지내시지만 항상 관심을 가지고 보살펴 주신 남기창 박사님께도 감사드립니다. 지켜봐주신 의학공학교실의 김남현 교수님, 서활 교수님, 유선국 교수님, 박종철 교수님께도 감사드립니다. 의공학의 기초를 다잡아 주신 학부 교수님들께도 감사드립니다. 연구실 초년생 시절 많은 도움을 주신 현기 형, 성우 형, 효철이 형, 주형이 형 감사합니다. 2년간 동거동락 해오며 물심양면으로 도움 준 종욱이형, 탁형이 형, 형욱에게도 고마움을 전합니다. 이제 연구실을 지키게 될 동인이 형과 갓 입학하여 열심히 하고 있는 경환 형, 재림, 그리고 청묵이형, 주현이, 소혜도 파이팅입니다. 오랜 시간을 함께 해온 지준, 영석, 성국, 승용. 우직하고 속 깊은 준오, 웅배, 승찬. 그리고 1학년 4반 친구들. 많은 추억을 공유한 경덕, 윤미, 아라, 민정, 근상, 상협, 백서. 서로 챙겨주기 바쁜 대호, 선홍, 찬, 종필, 병우, 승진, 대웅, 해영, 종규. 요트 동아리 및 해병 전우회 형님 동생들. 그리고 우리 방일단 여러분! 앞으로 이들 모두의 바람이 이루어 졌으면 합니다.

마지막으로 지금까지 힘든 내색 없이 정성껏 키워주신 아버지, 어머니, 그리고 누나, 매형, 유준이 사랑합니다.

심 영 우 드림

<차례>

국문요약 · 1

Ⅰ. 서론 · 2
Ⅱ. 재료 및 방법 · 5
1. 측정 장비 및 생리학적 변수 측정 · · · · · · · · · · · 5
가. 측정 장비 · 5
나. 심박 변이도 측정 · · · · · · · · · · · · · · · · · · 5
2. 실험 방법 · 8
가. 연구 대상 · 8
나. 실험실 온도 및 습도 · · · · · · · · · · · · · · · · · 8
다. 실험 과정 · 9
라. 분석 방법 및 통계 처리 · · · · · · · · · · · · · · · 11
Ⅲ. 결과 · 12
1. 자세와 수면 박탈과의 독립성 · · · · · · · · · · · · · 12
2. 자세와 LF/HF · 13
Ⅳ. 고찰 · 16
Ⅴ. 결론 · 18

참고문헌 · 19
Abstract · 23

그림 차례

그림 1. PolyG-I 장비 및 측정 화면 · · · · · · · · · 5

그림 2. ECG 신호와 심박 변이도 · · · · · · · · · · 6

그림 3. 누운 자세와 앉은 자세에서의 심전도 측정 · 10

그림 4. 전체 실험 과정 · · · · · · · · · · · · · · · 11

그림 5. 자세와 stage에 따른 LF/HF · · · · · · · 13

그림 6. 앉은 자세에서 stage 별 LF/HF 변화 · · · 14

그림 7. 누운 자세에서 stage 별 LF/HF 변화 · · · 15

표 차례

표 1. 앉은 자세와 누운 자세에서의 실험실 온도 및 습도 ····· 9

표 2. 자세에 따른 stage 별 수면 박탈 횟수 및 paired t-test 통계 분석 결과 ····· 12

표 3. 앉은 자세에서 stage에 따른 통계 분석 결과 · 14

표 4. 누운 자세에서 stage에 따른 통계 분석 결과 · 15

국문요약

자세와 수면 박탈이 심박 변이도에 미치는 영향

자율신경계는 불수의적 활동 기능을 조절해 주는 신경계통으로, 자율신경계의 활성 정도를 평가하기 위해 심박 변이도(HRV, heart rate variability)가 이용된다. 그러나 심박 변이도는 환경 변화나 심리 상태 등에 민감하게 반응하며, 자세와 수면 박탈에 의해서도 달라질 수 있다. 본 연구에서는 자세에 따른 수면 박탈 횟수와 심박 변이도를 30분간 6 stage에서 측정하고, 앉은 자세와 누운 자세에서 측정된 심박 변이도 결과를 비교하여 앉거나 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 실험에 어떤 자세가 적합한지 결정하고자 하였다. 심박 변이도 분석은 전력 스펙트럼을 이용한 주파수 영역에서의 LF (low frequency) / HF (high frequency)를 이용하였고, stage 1을 100%로 하여 개인 및 성별에 따른 초기 LF/HF 차이를 상쇄시켜 주었다. LF/HF 증가는 교감 신경의 활성 증가를, 감소는 교감 신경의 활성 감소를 나타낸다. 교차 분석 결과 수면 박탈은 자세와 유의한 상관관계가 있었으며 ($p=0.002$), 자세만을 변수로 고려하였다. 앉은 자세에서 수면 박탈 횟수는 모든 stage에서 누운 자세보다 유의하게 적었다 ($p<0.05$). 자세는 LF/HF에 유의한 영향을 끼쳤으며 ($p=0.033$), 앉은 자세에서는 stage 1과 비교하여 stage 4, 5, 6에서 유의하게 증가하였고 ($p<0.05$), 누운 자세에서는 모든 stage에서 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$). 연구 결과, 누운 자세에서 수면 박탈 횟수가 유의하게 많았으며, 교감 신경이 활성화됐음을 알 수 있었다. 따라서 앉거나 누워서 심박 변이도를 측정하는 실험에서는 수면 박탈 횟수와 LF/HF 변화가 작은 앉은 자세가 적합한 방법이라고 사료된다.

핵심되는 말 : 자율신경계, 심박 변이도, 자세, 수면 박탈

자세와 수면 박탈이 심박 변이도에 미치는 영향

<지도교수 **김덕원**>

연세대학교 대학원 의과학과

심 영 우

Ⅰ. 서론

자율신경계는 불수의적으로 활동 기능을 조절해 주는 신경계통으로 장기의 기능을 자동적 또는 반사적으로 조절하기 때문에 식물성 신경계라고도 한다. 또한 내외적인 환경 변화에 대하여 내적 환경의 균형을 유지하는 역할을 하므로 생명 유지 활동 및 신체 내의 항상성을 유지하여 건강한 생활을 영위하는데 직접적인 관련이 있는 매우 중요한 신경계이다[1]. 이러한 자율신경계는 ECG (electrocardiogram)의 RRI (R-R interval)를 이용한 심박 변이도에 의해 평가된다. 심박 변이도는 인체의 조절 능력을 추정하고 스트레스 대처 및 적용 능력을 파악한다[2]. 적절한 약물의 종류 및 복용량을 결정하기도 하며 각종 이완요법의 전, 후 결과를 비교하는데 사용된다[3]. 또한 질병의 심화 정도를 파악하고 심장의 전기적 안정도를 예측하여 심질환 등 위험을 예견하기도 한다[4].

현재는 BMI (body mass index), 성별, 연령 등 다양한 조건에서 심박 변이도를 분석하고 스트레스, 운동 등 다양한 자극 하에서의 인체 반응을 평가하는 연구들이 진행되고 있다. 그 중의 일부는 다음과 같다.

2000년 Bernardi 등은 피험자가 말을 하는 동안에 심박 변이도 변화를 관찰하였는데, 그 원인이 말을 하는 동안 발생한 호흡 변화에 있다고 하였다[5]. 2001년 Kuch 등은 남녀 차, 흡연 유무, 비만에 따른 심박 변이도의 차이를 분석하였다. 그 결과 남자가 여자에 비하여 LF가 크고 HF가 작았으며 여자는 흡연 시 HF가 더 크게 측정되었다. 남녀 모두 비만인 사람들이 심박 변이도가 더 크게 측정되었다[6]. 2003년 Anthony 등은 정상 월경 주기를 가진 여성에서의 심박 변이도와 호르몬과의 관계에 관한 연구를 진행하였다. 연구 결과 정상 주기에 따른 호르몬 변화와 배란기에서의 유의한 심박수 변화에도 불구하고 월경 주기에 따른 심박 변이도의 변화는 유의하지 않았다[7]. 2004년 Sato 등은 생리 기간 동안 받는 정신적 스트레스가 심혈관 활동에 미치는 영향을 심박 변이도를 이용하여 여자와 남자에서 관찰하였는데, 자율신경계 활동은 luteal phase에서 LF/HF가 유의하게 증가하였고, 남자가 여자보다 LF/HF가 높다는 결론이 나왔다[8]. 2004년 Antelmi 등은 나이, 성별, BMI가 심박 변이도에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과 BMI에 대한 심박 변이도는 유의한 차이가 없었고, 나이가 많아질수록 LF/HF는 증가하다가 감소한다고 하였다. 또한 남자의 LF/HF가 여자보다 높다고 하였다[9]. 2008년 Alyan 등은 흡연이 심박 변이도에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 그 결과 흡연은 자율신경계의 균형을 방해하고 교감 신경을 흥분시킨다고 하였다[10]. 2009년 Molfino 등은 BMI가 심박 변이도에 미치는 영향을 관찰하였다. 그 결과 BMI가 증가할수록 LF 값도 증가하는 경향을 보인다고 하였다[11].

이와 같은 연구들은 심박 변이도가 여러 연구 분야에서 다양하게 활용되고 있음을 보여준다. BMI와 생리 주기에 따른 심박 변이도는 서로 상반되는 연구 결과가 존재하며, 흡연은 자율신경계의 균형을 방해하고 교감 신경을 흥분시킨다는 결과가 있다. 또한 성별에 따라서는 남자가 여자보다 LF/HF가 높다고 알려져 있다.

이처럼 심박 변이도는 주변 환경과 내적 요인에 의해 민감하게 반

응하는 변수로서 중요시 고려해야 한다. 그 중에서도 자세와 수면 박탈은 기본적으로 고려되어야 할 변수이다. 지금까지 수행된 자세와 수면 박탈에 관한 연구는 다음과 같다.

1991년 Ewing 등은 당뇨병 환자와 정상인의 자세, 수면, 측정 시간에 대한 RR count를 평가하여 자세와 측정 시간보다 수면이 RR count에 유의한 인자라 하였다[12]. 1997년 Sipinkova 등은 호흡 주기와 자세가 심박 변이도에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 앉은 자세가 누운 자세보다 LF, mid LF 대역의 크기가 컸다. 결과적으로 호흡 주기와 자세는 심박 변이도에 영향을 미친다고 하였다[13]. 2005년 Takase 등은 만성적인 수면 박탈이 심혈관 기능에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 연구 결과 수면 박탈은 자율신경계의 불균형을 야기시킨다고 하였다[14]. 2005년 Zhong 등은 건강한 피험자를 대상으로 장시간의 수면 박탈에 대한 심박 변이도 관찰 결과 수면 박탈이 교감신경의 증가와 부교감 신경의 감소와 관련되어 있다고 하였다[15]. 2009년 Buchheit 등은 운동 후 자세에 따른 심박 변이도를 평가하였는데, 누운 자세에서 다른 자세보다 부교감 신경의 활성도가 증가하였다[16].

이러한 연구들에서 심박 변이도 측정을 위한 자세는 누운 자세, 앉은 자세, 혹은 선 자세에서 대부분의 측정이 이루어졌다. 그러나 실험 중 수면 박탈과 자세가 심박 변이도에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 이를 고려하여 실험한 연구는 드물다. 특히 전자파 자원자 연구에서는 자각 증상 및 인지 여부를 조사하는데, 이러한 질문이 실험 중 수면 박탈로 작용하여 심박 변이도에 영향을 줄 수 있다. 따라서 본 연구는 자세가 수면 박탈과 심박 변이도에 미치는 영향에 대하여 관찰하고, 앉은 자세와 누운 자세에서 측정된 심박 변이도 결과를 비교하여 앉은 자세 혹은 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 실험에 어떠한 자세가 적합한지를 결정하는데 목적이 있다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 측정 장비 및 생리학적 변수 측정

가. 측정 장비

ECG를 측정하기 위하여 상용화된 제품인 PolyG-I (Laxtha, Daejeon, Korea)를 사용하였으며, 512 Hz 샘플링 주파수로 측정하였다. PolyG-I는 컴퓨터에 연결하여 사용하며 TeleScan0.9 (Laxtha, Daejeon, Korea)의 자체 저장 및 분석 소프트웨어를 사용하여 데이터를 저장하고 분석하였다. 그림 1은 PolyG-I의 장비 및 측정된 화면이다.

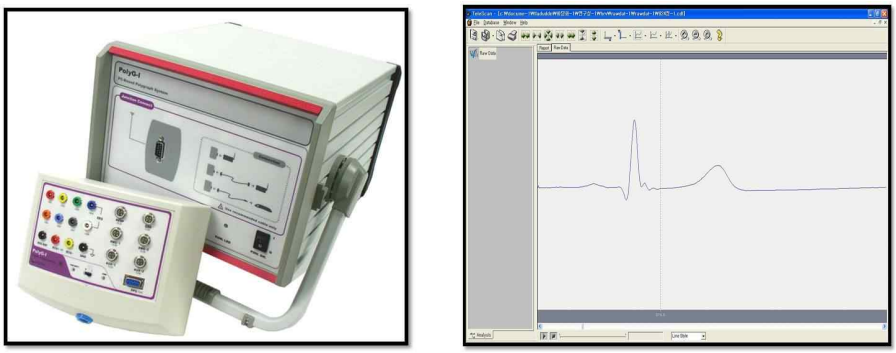

그림 1. PolyG-I 장비 및 측정 화면

나. 심박 변이도 측정

자율신경계의 활성 정도를 정량적으로 평가하기 위해서 그림 2와 같은 심박 변이도를 측정하였다. 심박 변이도는 분당 심박수의 변화

가 아닌 RRI를 측정하고 그 변이를 관찰하는 것이다.

순간 심박수는 자율신경계에 의해 지속적으로 감지되고 면밀하게 조절된다. 안정 상태에서 사람의 심박수는 심박수를 느리게 하는 부교감 신경과 심박수를 빠르게 하는 교감 신경의 상호작용에 의해 결정된다. 부교감 신경은 동방 결절, 방실 전도 경로의 심방 근육을 자극하여 심박수를 제어하고[17], 부교감 신경 자극 후 최대 응답은 400ms 이내에 발생된다고 보고되고 있다[18]. 교감 신경은 동방 결절, 방실전도 경로, 그리고 심방 및 심실의 근육을 포함하는 전체 심장의 신경을 자극하여 활성화시킨다. 교감 신경 활성이 증가되면 심박수와 심장의 수축 정도를 증가시키고 심장의 수축 시간을 단축시킨다. 자극과 거의 동시에 응답하는 부교감 신경과는 대조적으로 교감 신경은 자극 후 심박수가 증가할 때까지 5초 정도의 잠복기를 갖는다[17].

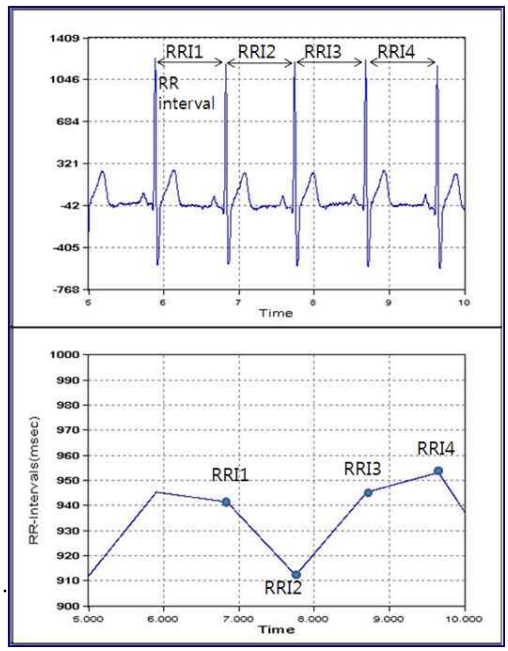

그림 2. ECG 신호와 심박 변이도

심박 변이도를 이용한 자율신경계 기능 분석 방법에는 측정된 구간의 RRI의 평균 (심박수), 표준편차 등의 시간영역 분석 방법과 전력 스펙트럼을 이용한 주파수 영역 분석이 있다. 심박 변이도의 전력 스펙트럼에는 세 가지의 피크가 나타난다. 첫째는 0.04 - 0.15 Hz의 LF 성분, 둘째는 0.15 - 0.4 Hz의 HF 성분, 마지막으로 0.04Hz 이하의 VLF (very low frequency) 성분이다[19]. HF 성분은 호흡성 동성 부정맥 (RSA, respiratory sinus arrhythmia)에 의한 부교감 신경의 영향을 반영한다[19, 20]. 반면에 LF 성분은 연구자에 따라 교감 신경과 부교감 신경 모두의 영향을 반영한다는 의견[21]과 교감 신경의 영향만을 반영한다는 의견[20]의 서로 다른 주장이 제기되고 있어, 자율 신경 활동의 균형을 나타내는 지표로서 LF/HF가 사용된다[21]. 그리고 LF/HF의 증가는 교감 신경의 활성 증가를 나타내고 감소는 교감 신경의 활성 감소를 나타낸다[21]. VLF 성분은 여러 생리학적인 해석들이 주장되고 있으나, 명확하게 결론이 나지 않아 자율신경의 평가를 위한 연구에서는 대부분의 경우 제외되고 있다[22, 23].

본 연구에서는 30분간 ECG를 측정하여 심박 변이도를 구하였다. 그 후 심박 변이도의 전력 스펙트럼을 계산하고 LF 대역의 전력 LFP (low frequency power)와 HF 대역의 전력 HFP (high frequency power)를 이용한 LF/HF를 사용하여 자세에 대한 자율신경계 영향을 평가하였다.

2. 실험 방법

가. 연구 대상

실험은 심혈관계 및 신경계 질환이 없는 건강한 남자 25명, 여자 27명, 총 52명을 대상으로 실시하였다. 피험자 52명의 평균 연령은 24.5±2.7 세 이고, 평균 BMI는 21.1±2.0 kg/m^2 이다. 피험자 모집은 연세대학교 홈페이지 게시판을 이용하였다. 피험자는 흡연을 하지 않고, 실험 24시간 전부터 과도한 운동 및 장시간 휴대폰 사용, 음주와 약물 복용을 금지하였다. 장시간의 휴대전화 사용에 의한 전자파 노출은 일반인 청소년과 성인의 자율신경계에 영향을 줄 수 있기 때문에 1시간 이내로 제한하였다[24]. 또한 연령과 비만은 심박 변이도에 영향을 미칠 수 있기 때문에 20대 및 18.5 이상 22.9 이하의 평균 BMI를 가진 피험자로 제한하였다[6, 9].

나. 실험실 온도 및 습도

실험실의 온도 및 습도가 피험자의 자율신경계에 영향을 줄 수 있으므로 실험실의 온도와 습도를 쾌적한 상태로 유지하였다. 자세에 대하여 피험자는 이틀에 걸쳐 앉은 자세와 누운 자세에서 실험하였는데, 표 1은 자세에 대하여 앉은 자세와 누운 자세에서의 실험실 온도와 습도이며 paired t-test를 이용하여 검정한 결과 유의한 차이가 없었다.

표 1. 앉은 자세와 누운 자세에서의 실험실 온도 및 습도

	앉은 자세 (n=52) (평균±표준편차)	누운 자세 (n=52) (평균±표준편차)	p-value
온도 (℃)	22.9 ± 1.7	22.8 ± 1.7	0.640
습도 (%)	47.6 ± 14.1	46.0 ± 12.0	0.062

다. 실험 과정

그림 3의 왼쪽 그림과 같이 지면으로부터 피험자의 상체를 약 30° 정도 일으켜 편하게 누운 자세와 앉은 자세에서 실험 전 각각 10분 동안 충분한 안정을 취한 후 실험을 시작하였다. 심전도는 ECG 전극을 사용하여 측정하였고, 전극은 Ag-AgCl 전극 (3M, St. Paul, Minnesota, USA)을 사용하여 동잡음의 영향을 최소화하였다. 심전도는 표준 유도의 lead Ⅰ 방법을 사용하여 왼쪽 손목과 오른쪽 손목, 오른쪽 발목에 전극을 부착하여 측정하였다.

그림 3. 누운 자세와 앉은 자세에서의 심전도 측정

실험의 전체 과정을 그림 4에 나타내었다. 실험은 앉은 자세와 누운 자세 두 부분으로 나뉘어 하루에 한 자세씩 이틀에 걸쳐 진행되었고, 24시간 주기의 생체 리듬 변화를 고려하여 각 피험자에서 두 실험 모두 하루 중 같은 시간대에 이루어졌다. 실험은 총 40분으로 10분간의 resting 후, 30분간의 심전도를 측정하여 심박 변이도를 분석하였다. stage 1은 10-15분, stage 2는 15-20분, stage 3은 20-25분, stage 4는 25-30분, stage 5는 30-35분, stage 6은 35-40분을 나타낸다. 실험 중 수면 박탈은 피험자가 실험 도중 잠들었을 경우 구두로 주의를 주어 깨운 것으로 정의하며 그 시간 및 횟수를 기록하였다. 또한 실험 중 수면 박탈이 0회인 경우에만 수면 박탈이 없다고 하였고, 나머지는 모두 수면 박탈이 있다고 정의하였다.

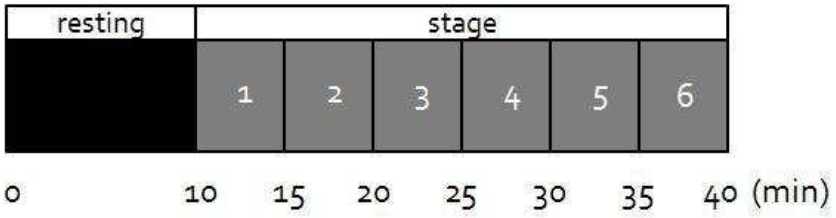

그림 4. 전체 실험 과정

라. 분석 방법 및 통계 처리

심박 변이도는 개인 간 편차가 큰 신호이다. 따라서 데이터의 상대적인 변화도를 분석하였다. 각 개인의 자세와 수면 박탈에 따른 LF/HF를 5분씩 6 stage로 나누어 stage 1 측정값을 100%로 하였고, 이후 측정값을 상대적인 비율로 환산하여 분석하였다. 이는 성별 및 개인 간 초기 LF/HF 차이를 상쇄시켜 주었다. 각 stage를 5분으로 한 것은 HRV 분석에서 최소 분석 시간이 5분이기 때문이다[25].

수면 박탈과 자세의 관계를 알아보기 위하여 교차 분석의 카이제곱 검정을 이용하였고, 각 stage에서 자세에 따른 수면 박탈 횟수의 비교를 위해 paired t-test를 이용하였다. 자세에 따른 LF/HF 변화는 one-way repeated measure ANOVA test를 이용하여 분석하였고, 앉은 자세와 누운 자세에서의 stage 별 차이를 분석하기 위해 sub group analysis 방법을 이용하였다. 통계 분석은 SPSS 10 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA)을 사용하였으며, p=0.05 유의 수준으로 검정하였다.

Ⅲ. 결과

1. 자세와 수면 박탈과의 독립성

수면 박탈과 자세에 대한 독립성을 알아보기 위해 교차 분석(crosstabs)의 카이제곱 검정을 이용하였다. 통계 분석 결과 수면 박탈과 자세는 p=0.002로 유의한 상관관계가 있었다. 따라서 심박 변이도를 분석함에 있어 수면 박탈은 자세에 영향을 받는 변수로서, 자세만을 독립변수로 사용하여 심박 변이도에 대한 영향을 관찰하였다.

표 2에서와 같이 수면 박탈 횟수에 대한 paired t-test 결과 자세에 따라 모든 stage에서 수면 박탈 횟수에 유의한 차이가 있었는데, 누운 자세가 앉은 자세보다 수면 박탈 횟수가 많았다 ($p<0.05$).

표 2. 자세에 따른 stage 별 수면 박탈 횟수 및 paired t-test 통계 분석 결과

stage	자세		p-value
	앉은 자세 (회, n=52명)	누운 자세 (회, n=52명)	
1	3	16	0.006
2	10	32	<0.0001
3	14	33	0.001
4	14	32	0.008
5	14	34	0.001
6	6	26	<0.0001
총계	61	173	·

2. 자세와 LF/HF

그림 5는 52명의 피험자를 대상으로 측정한 LF/HF의 결과를 나타낸 것이다. 앉은 자세와 누운 자세 이틀에 걸쳐 실험하였고, 각각 6개의 stage로 구성되어 있다.

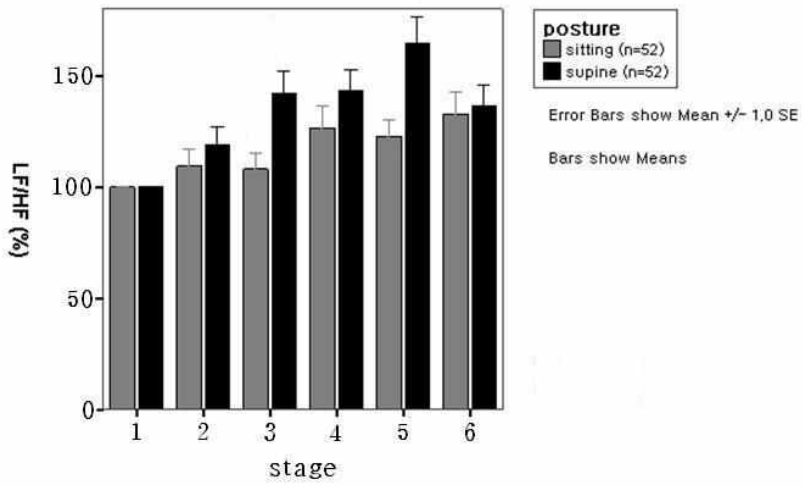

그림 5. 자세와 stage에 따른 LF/HF

자세가 LF/HF에 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 one-way repeated measure ANOVA test 통계 분석 결과, 자세는 LF/HF에 유의하게 영향을 미치는 것으로 나타났다($p=0.033$). 이러한 통계 분석 결과를 토대로 앉은 자세와 누운 자세에서의 stage 별 차이를 보기 위해 sub group analysis 방법을 이용하였다. 표 3과 그림 6은 앉은 자세에서의 stage 별 유의한 차이를 나타낸 것으로 stage 1을 기준으로 하여 stage 4, stage 5, stage 6에서 LF/HF가 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$). 표 4와 그림 7은 누운 자세에서의 stage 별 유의한 차이를 나타낸 것으로 stage 1을 기준으로 했을 때 모든 stage에서

LF/HF가 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$).

표 3. 앉은 자세에서 stage에 따른 통계 분석 결과

stage	p-value
stage 1과 stage 2	0.212
stage 1과 stage 3	0.268
stage 1과 stage 4	0.008
stage 1과 stage 5	0.002
stage 1과 stage 6	0.002

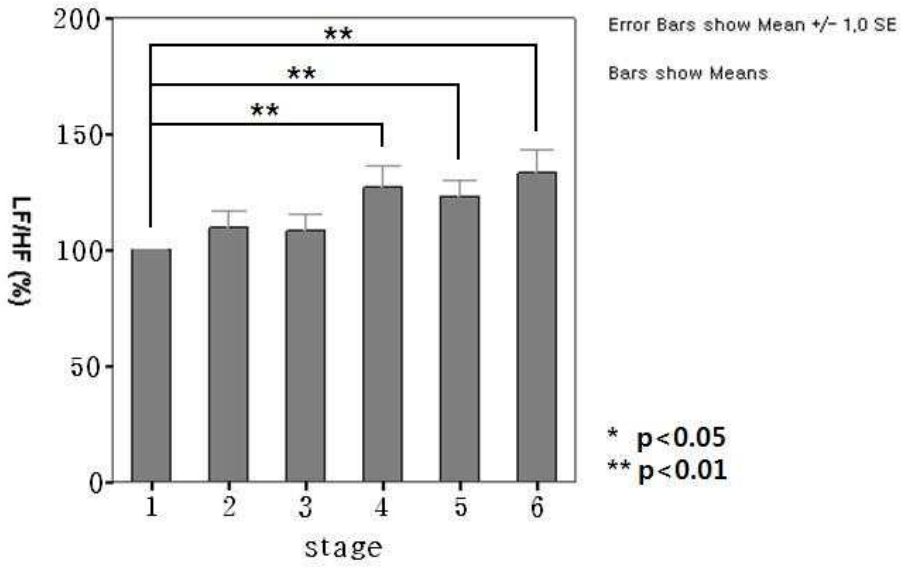

그림 6. 앉은 자세에서 stage 별 LF/HF 변화 (n=52)

표 4. 누운 자세에서 stage에 따른 통계 분석 결과

stage	p-value
stage 1과 stage 2	0.018
stage 1과 stage 3	<0.0001
stage 1과 stage 4	<0.0001
stage 1과 stage 5	<0.0001
stage 1과 stage 6	<0.0001

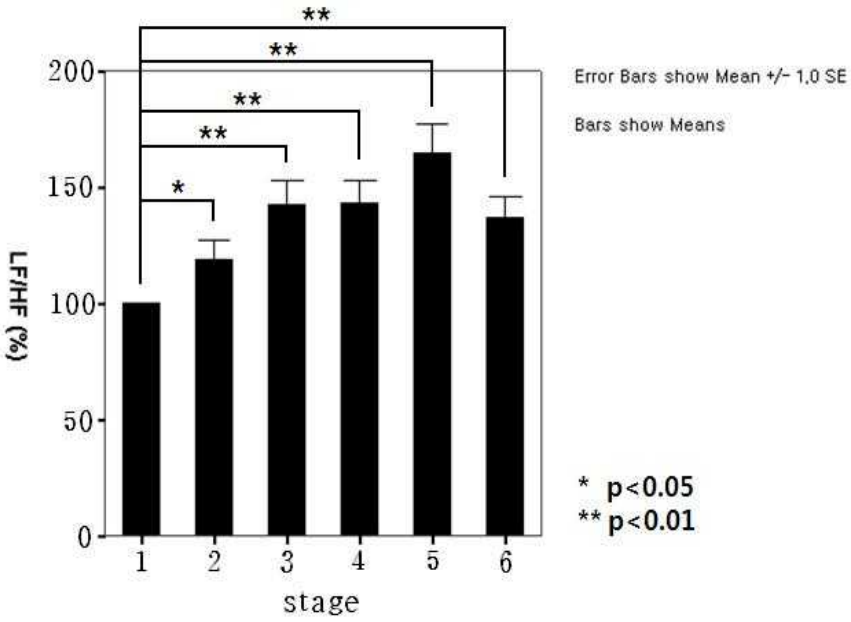

그림 7. 누운 자세에서 stage 별 LF/HF 변화 (n=52)

Ⅳ. 고찰

본 연구에서는 자세에 의해 변화되는 LF/HF를 관찰하였다. 이전 연구들에서 심박 변이도에 영향을 주는 변수로는 연령, 성별, BMI, 자세, 수면 박탈, 스트레스, 흡연 등 다양한 변수들이 존재하였다. 이 중에서도 자세와 수면 박탈은 심박 변이도에 영향을 주는 변수임에도 불구하고 별다른 기준 없이 다양한 연구 분야에서 활용되어 왔다. 자세와 관련하여 발표된 여러 연구에서 자세는 심박 변이도에 영향을 주었고, 대부분 앉은 자세보다는 누운 자세에서 부교감 신경이 활성화 되었다고 하였다[13, 16]. 또한 수면 박탈에 관한 연구에서는 수면 박탈이 자율신경계의 불균형을 야기시켜 심박 변이도에 영향을 준다고 하였다[15]. 본 연구에서 연령, BMI, 온도, 습도는 앉은 자세와 누운 자세에서 유의한 차이가 없었다 ($p<0.05$). 피험자는 심전도 측정 10분 전 휴식 시간을 이용하여 실험 환경에 적응하였다. 또한 stage 1의 측정값을 100%로 하여 다음 stage 측정값을 상대적인 비율로 환산하여 분석하였는데, 이는 각 피험자 및 성별에 따라 다를 수 있는 초기 LF/HF 값을 상쇄시키는 역할을 하였다.

본 연구에서 교차 분석 결과, 수면 박탈은 자세와 유의한 상관관계가 있었으며 ($p=0.002$), 따라서 심박 변이도에 영향을 끼치는 변수로서 자세만을 고려하였다. 또한 paired t-test 결과 누운 자세에서 수면 박탈 횟수가 유의하게 많았다 ($p<0.05$). One way repeated measure ANOVA test 결과 자세는 심박 변이도에 영향을 끼치는 변수로서 ($p=0.033$), 앉은 자세에서는 LF/HF가 stage 1과 비교하여 stage 4, 5, 6에서 유의하게 증가하였지만 ($p<0.05$) 누운 자세에서는 모든 stage에서 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$). 결과적으로 누운 자세일 때 수면 박탈 횟수가 더 많았으며, stage 별 분석에서도 앉은 자세보다 더 많은 stage에서 LF/HF가 유의하게 증가하였다. 이는 누운 자세에서 교감 신경이 더욱 활성화되었음을 뜻한다. 따라서 수면 박탈 횟수가 적

고 LF/HF 변화가 작은 앉은 자세에서 심박 변이도를 측정하는 것이 앉거나 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 연구에 적합한 방법이라고 사료된다. 본 연구가 이전 연구와 누운 자세에서의 교감 신경 활성도가 다른 이유는 이전 연구에서는 수면 박탈을 일으키지 않은 상태에서 누운 자세의 부교감 신경이 활성화 되었고, 본 연구 결과는 누운 자세에서 수면 박탈로 인하여 교감 신경이 활성화되었기 때문이다.

본 연구 결과 앉은 자세는 누운 자세와 비교하여 수면 박탈 횟수 및 심박 변이도의 변화가 작아 앉은 자세나 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 자원자 연구 및 자각 증상과 인지 여부를 묻는 전자파 자원자 연구에서 유용하게 활용될 수 있음을 확인하였다. 추후 연구에서는 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 여자의 생리주기 및 생리에 따른 통증[26]에 대해서도 연구가 필요하다.

Ⅴ. 결론

심박 변이도는 주변 환경과 내적 요인에 의해 민감하게 반응하는 변수로서, 본 연구의 목적은 자세에 따른 수면 박탈과 심박 변이도를 측정하고, 앉은 자세와 누운 자세에서 측정된 심박 변이도 결과를 비교하여 앉은 자세나 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 실험에 어떠한 자세가 적합한지 결정하는 것이었다.

이전에 수행된 연구들에서 심박 변이도는 연령, 성별, BMI, 수면 박탈, 여자의 생리주기, 스트레스, 흡연 등과 관련이 있다고 하였다. 본 연구와 관련된 것으로는 수면 박탈이 자율신경계의 불균형과 교감 신경의 활성도 증가 및 부교감 신경의 활성도 감소와 관련되어 있다는 연구도 있다. 이처럼 자세와 수면 박탈은 심박 변이도에 영향을 주는 인자로서 심박 변이도 평가 시 고려되어야 할 변수이다.

본 연구에서 수면 박탈은 자세와 유의한 상관관계가 있었으며 ($p=0.002$), 이에 따라 자세만을 변수로 고려하였다. 또한 수면 박탈 횟수는 누운 자세에서 유의하게 많았다 ($p<0.05$). 자세는 LF/HF에 유의한 영향을 끼쳤으며 ($p=0.033$), 누운 자세가 앉은 자세보다 더 많은 stage에서 LF/HF가 유의하게 증가하여 교감 신경이 활성화됐음을 알 수 있었다. 따라서 아무런 조건이 없는 환경 하에서의 심박 변이도 측정은 누운 자세보다는 앉은 자세에서 측정하기를 권하는데, 이는 앉은 자세에서 수면 박탈 횟수가 더 적었고, stage 1과 비교하여 LF/HF가 유의하게 증가한 stage의 개수가 누운 자세보다 적어 심박 변이도가 안정적이었기 때문이다.

본 연구 결과는 자세가 수면 박탈과 심박 변이도에 미치는 영향을 평가하고 누운 자세보다는 앉은 자세를 권장함으로써, 추후 앉은 자세나 누운 자세에서 심박 변이도를 측정하는 자원자 연구 및 자각 증상과 인지 여부를 조사해야 하는 전자파 자원자 연구에 유용하게 활용될 것이라 사료된다.

참고문헌

1. 최종주. 심박변동 신호를 이용한 선천성 뇌성마비환자의 자율신경 기능 평가. 연세대학교 대학원.; 2002.

2. Cohen H, Benjamin J, Geva AB, Matar MA, Kaplan Z, Kotler M. Autonomic dysregulation in panic disorder and in post-traumatic stress disorder: application of power spectrum analysis of heart rate variability at rest and in response to recollection of trauma or panic attacks. Psychiatry Res 2000;96(1):1-13.

3. Krahn AD, Yee R, Klein GJ, Morillo C. Inappropriate sinus tachycardia: evaluation and therapy. J Cardiovasc Electrophysiol 1995;6(12):1124-8.

4. Forslund L, Björkander I, Ericson M, Held C, Kahan T, Rehnqvist N, et al. Prognostic implications of autonomic function assessed by analyses of catecholamines and heart rate variability in stable angina pectoris. Heart 2002;87(5):415-22.

5. Bernardi L, Wdowczyk-Szulc J, Valenti C, Castoldi S, Passino C, Spadacini G, et al. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. J AM Coll Cardiol 2000;35(6):1462-9.

6. Kuch B, Hense HW, Sinnreich R, Kark JD, von Eckardstein A, Sapoznikov D, et al. Determinants of short-period heart rate variability in the general population. Cardiology 2001;95(3):131-8.

7. Leicht AS, Hirning DA, Allen GD. Heart rate variability and endogenous sex hormones during the menstrual cycle in young women. Exp Physiol 2003;88(3):441-6.

8. Sato N, Miyake S. Cardiovascular reactivity to mental stress: relationship with menstrual cycle and gender. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2004;23(6):215-23.

9. Antelmi I, de Paula RS, Shinzato AR, Peres CA, Mansur AJ, Grupi CJ. Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. Am J Cardiol 2004;93(3):381-5.

10. Alyan O, Kacmaz F, Ozdemir O, Maden O, Topaloglu S, Ozbakir C, et al. Effects of cigarette smoking on heart rate variability and plasma N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in healthy subjects: is there the relationship between both markers? Ann Noninvasive Electrocardiol 2008;13(2):137-44.

11. Molfino A, Fiorentini A, Tubani L, Martuscelli M, Rossi FF, Laviano A. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. Eur J Clin Nutr 2009;63(10):1263-5.

12. Ewing DJ, Neilson JM, Shapiro CM, Stewart JA, Reid W. Twenty four hour heart rate variability: effects of posture, sleep, and time of day in healthy controls and comparison with bedside tests of autonomic function in diabetic patients. Br Heart J 1991;65(5):239-44.

13. Sipinkova I, Hahn G, Meyer M, Tadlanek M, Hajek J. Effect of respiration and posture on heart rate variability. Physiol Res 1997;46(3):173-9.

14. Takase B, Akima T, Satomura K, Ohsuzu F, Mastui T, Ishihara M, et al. Effects of chronic sleep deprivation on autonomic activity by examining heart rate variability, plasma catecholamine, and intracellular magnesium levels. Biomed Pharmacother 2005;58(1):S35-9.

15. Zhong X, Hilton HJ, Gates GJ, Jelic S, Stern Y, Bartels MN, et al. Increased sympathetic and decreased parasympathetic cardiovascular modulation in normal humans with acute sleep deprivation. J Appl Physiol 2005;98(6):2024-32.

16. Buchheit M, Al Haddad H, Laursen PB, Ahmaidi S. Effect of

body posture on postexercise parasympathetic reactivation in men. Exp Physiol 2009;94(7):795-804.

17. Malik M, Camm AJ, Heart Rate Variability. Armonk(NY): Futura Publishing company; 1995.

18. Levy MN, Martin PJ, Iano T, Zieske H. Effects of single vagal stimuli on heart rate and atrioventricular conduction. Am. J. Physiol 1970;218:1256-62.

19. Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occupational medicine 2000;50(4):237-45.

20. Carvalho JLA, Rocha AF, Junqueira LF, Neto JS, Santos I, Nascimento FAO. A tool for time-frequency analysis of heart rate variability, Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE and Engineering in Medicine and Biology Society; 2003 Sep 17-21; Cancun, Mexico.

21. Parazzini M, Ravazzani P, Tognola G, Thuroczy G, Molnar FB, Sacchettini A, et al. Electromagnetic fields produced by GSM cellular phones and heart rate variability. Bioelectromagnetics 2007;28(2):122-9.

22. 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.

23. Pomeranz B, Macaulay RJ, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. Am. J. Physiol 1985;248(1 Pt 2):H151-3.

24. Nam KC, Kim SW, Kim SC, Kim DW. Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones. Bioelectromagnetics 2006;27(7):509-14.

25. Migliaro ER, Contreras P, Bech S, Etxagibel A, Castro M, Ricca R, et al. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. Braz J Med Biol Res 2007;34(4):493-500.

26. Park MK, Watanuki S. Specific physiological responses in women with severe primary dysmenorrhea during the menstrual cycle. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2005;24(6):601-9.

Abstract

The effects of posture and sleep deprivation on heart rate variability

Young Woo Shim

Department of Medical Science
The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Deok Won Kim)

Autonomic nervous system (ANS) acts as a control system functioning largely below the level of consciousness, and controls visceral functions. The activity of the ANS has been assessed by means of the heart rate variability (HRV) indices. HRV has been demonstrated depending on several factors that affect autonomic tone including sex, age, body mass index, and smoking, etc. However, the effects of posture and sleep deprivation on HRV have rarely been reported. We analyzed HRV using power spectrum. Increased low frequency (LF) power and high frequency (HF) power indicate enhanced sympathetic and parasympathetic activity, respectively. We used the LF/HF to ratio minimize individual difference.

It was found that sleep deprivation was affected by posture, which resulted in changes of LF/HF. Although LF/HF varied with time, it was more stable in sitting than in supine. In conclusion, we recommend sitting posture when measuring HRV because of less sleep deprivation resulting in less variation in LF/HF.

Key Words : ANS, HRV, posture, sleep deprivation