

## 다양한 각도의 역-중력 견인이 혈압, 심박수 및 혈중젖산 농도에 미치는 영향

송상혁, 지용석

한서대학교 건강증진대학원 운동생리·처방학과

## Effects of Inverted Gravity Traction at Various Angles on Blood Pressure, Heart Rate and Lactic Acid Concentration

Sang-Hyuk Song, Yong-Seok Jee

Department of Exercise Physiology · Prescription, Hanseo University Graduate School of Health Promotion, Seosan, Korea

**Background:** Gravity traction is a widely used conservative procedure, and several studies using various techniques have reported changes in blood pressure (BP) or heart rate (HR) or stress variables in the head-down tilting position, with varying results. The purpose of this study was to investigate BP, HR and serum lactic acid (LA) responses to inverted gravity traction at six angles.

**Methods:** Thirty volunteers (males 15, females 15) were assigned randomly to either of two experimental groups. After the resting BP, HR and LA concentration were measured in the sitting position, they were measured repeatedly at standing, supine, and inverted at -30°, -60° and -90° degrees every 2.5 minute.

**Results:** Compared to the systolic BP (SBP) at sitting, SBP decreased at standing and at inverted -30° and increased at -60° and -90° in the males group, whereas SBP decreased at supine to inverted -60° and increased at -90° in the females group. Compared to the diastolic BP (DBP) at sitting, DBP diastolic blood pressure (DBP) decreased at standing to -60° in both groups and increased at inverted -90°. Compared to HR at sitting, HR decreased at supine to -90° in both groups. The results of the post hoc test comparisons showed that the SBP, DBP, and HR differed significantly at all six positions. However, compared to serum LA at sitting, LA at all positions were not significantly different in both groups.

**Conclusions:** As seen in previous research, our results showed increases in BP and HR at inverted -90°. However, BP and HR at the other inverted positions including supine showed decreases. LA did not change significantly at any of the positions. Finally, our study showed that angles above -30° or -60° can benefits the cardiovascular system in young people.

**Korean J Health Promot 2011;11(4):241-248**

**Keywords:** Gravity, Posture, Traction, Cardiovascular system

## 서 론

현대인들은 건강한 삶을 유지하기 위한 방법으로 다양

한 건강식품과 의약품에 의존하고 있지만, 이러한 방법들은 일시적인 효과가 있을 뿐 직립을 취하여 살아가는 인간의 근본적인 질병에 대한 문제를 해결하기는 쉽지가 않다. 즉, 인간이 직립보행을 함으로써 만들어낸 질병은 요통을 포함하여 혈액순환 및 신경계에 많은 부작용을 초래하였다.<sup>1)</sup> 이러한 질병 중 특히, 요통을 치료하기 위해 많은 전문가들은 요부견인(lumbar traction)을 통해 신경의 압박을 줄이고, 허리 주변의 근육을 단련시켜 치료의 효과를 극대화하려고 하고 있다.<sup>2)</sup>

한편, 민간적으로 이용되어온 역-중력(inverted gravity)

■ Received : April 18, 2011      ■ Accepted : November 6, 2011  
■ Corresponding author : **Yong-Seok Jee, PhD**  
Department of Exercise Physiology · Prescription, Hanseo University Graduate School of Health Promotion, 46 Hanseo 1-ro, Haemi-myeon, Seosan 356-706, Korea  
Tel: +82-41-660-1028, Fax: +82-41-660-1129  
E-mail: jeeys@hanseo.ac.kr  
■ 이 논문은 2010년도 한서대학교 교비 학술연구지원사업에 의하여 연구되었음.

견인 또는 거꾸로 매달리는 운동(suspension motion)은 요부에 가해지는 압박감을 감소시켜 요통을 줄인다는 장점이 보고된 바 있으며, 이 밖에도 얼굴로 가는 동맥에 혈액 순환을 증가시켜 노화현상(주름 등)과 피로감을 줄일 수 있다는 장점 및 뇌에 충분한 혈액을 공급함으로써 산소와 영양분의 공급이 원활해져 뇌압이 정상화되거나 뇌의 대사가 촉진된다는 장점이 보고된 바 있다.<sup>3,4)</sup> 또한 경추에 가해지는 압박감을 감소시켜 경추협착 관련 증상을 완화시키고, 복부의 근육을 강화시켜 복부의 둘레를 정상으로 되돌리거나, 슬관절에 가해지는 압박정도를 감소시켜 직립생활로 인한 통증과 피로를 해소해 줄 수 있다는 연구결과들도 적지 않게 보고된 바 있다.<sup>5-7)</sup>

그러나 역-중력 견인은 고혈압을 포함한 심장질환이 있는 환자나 추간판탈출 등이 있는 환자들의 경우는 오히려 증상을 악화시키거나 질환에 대한 위험성을 증가시킬 수 있기 때문에 일부 연구자나 임상가는 이 방법을 자제하거나 사용을 권장하지 않도록 권고하고 있기도 하다.<sup>2)</sup> 그러나 대부분의 보존치료 방법들은 최초로 민간요법에서 시작된 방법들이 즐비하며, 차차 과학이 발달함에 따라 민간요법에 대한 검증이 이루어져 어떤 것은 인체에 긍정적인 효과를 제공하는 반면, 어떤 것은 부정적인 효과를 제공한다는 결론이 제시되고 있는 것이다. 다시 말해, 역-중력 견인의 경우도 과거에는 특정한 이완 각도가 없이 단순히 -90°로 매달리게 하는 점 등이 있었기 때문에 혈압의 상승 등과 관련된 부정적인 효과가 부각된 경우라고 생각하며, 최근 과학적으로 제작되어 보급되고 있는 역-중력 견인장치는 특정한 각도에서 자동으로 정지가 되어 과거에 보급된 기구들의 단점을 적지 않게 보완하고 있는 것으로 생각한다. 그러나 이 또한 현재까지 어떤 각도에서 인체에 긍정적인 혹은 부정적인 효과를 제공하는지가 검증되어 있지 않아 이 부분에 대한 연구가 필요한 것으로 생각한다.

그러므로 본 연구는 전술한 역-중력의 단점 중 혈압의 상승이 있는지 또는 그 상승 정도는 역-중력 견인각도들 중 어떤 범위에서 증가하는지를 파악하고, 역-중력운동의 장점 중 피로도가 실제로 감소하는지를 평가하기 위해 거꾸로 매달린 다양한 각도에서의 혈중 젖산농도를 측정하여 그 효과성을 파악하는 것이 의미가 있는 것으로 생각되어 연구에 착수하였다.

## 방 법

### 1. 연구 대상

본 연구의 실험 대상은 충남 소재 S지역에 거주하고 있는 건강한 대학생 30명으로 남녀 각각 15명씩이었다. 모든 피험자들은 사전 설문검사와 문진에서 고혈압에 대한 가족력이 있거나 당뇨병 및 요부질환이 있는 대상은 실험에서 제외하였으며, 특정 질병에 의해 약을 복용하고 있는 피험자들 또한 실험에서 제외하였다. 모든 피험자에게 실험에 대한 동의서와 연구윤리에 대한 내용을 알려주고 이를 수행하고자 하는 사람만을 대상으로 하였다. 대상자들의 신체적 특성은 표 1과 같다.

### 2. 실험절차

실험기간은 2010년 12월 1일부터 2011년 2월 28일까지로 하였다. 모든 피험자들은 온도 25℃, 습도 50-60%의 실

Figure 1. Six inverted gravity positions

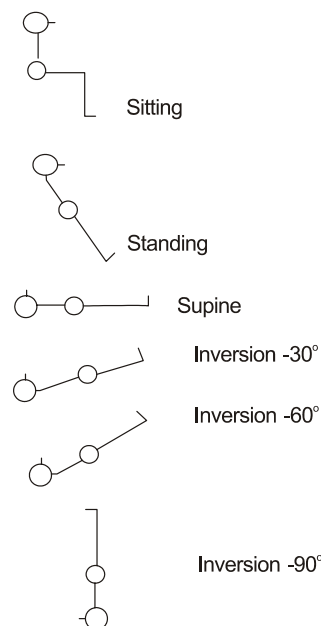


Table 1. Physical characteristics of subjects<sup>a</sup>

Groups	Male	Female	Total
Age, y	21.27±1.03	22.07±1.16	21.67±1.15
Height, cm	174.20±4.84	161.53±3.50	167.87±7.66
Weight, kg	66.60±8.26	53.67±4.45	60.13±9.26
BMI, kg/m <sup>2</sup>	21.93±2.15	20.40±1.55	21.17±2.00

Abbreviation: BMI, body mass index.

<sup>a</sup>Data are presented as mean±SD.

험실 환경이 동일한 장소에서 5시간 이상의 공복을 유지한 오후 6:00-7:00시 사이에 측정하였다. 구체적으로 실험의 변인인 수축기 혈압(systolic blood pressure), 이완기 혈압(diastolic blood pressure), 심박수(heart rate) 및 젖산농도(lactic acid)를 그림 1과 같이 여섯 개의 자세에서 2.5분이 경과한 후 0.5분 내에 동일하게 측정하였다. 2.5분이라는 시간은 역-중력 동작에서 동맥혈압이 올라가기 직전의 수준과 동시에 안구의 동맥압이 상승하기 직전의 수준으로 실험적으로 다소 안정하다고 한 문헌을 참조하여 구성하였다.<sup>5</sup> 그림 1과 같이 안정 시 앉은 자세(sitting)와 역-중력 장비에 기댄 자세(standing)를 기준으로 하고, 누운 자세(supine), 30° 기울어져 누운 자세(inversion -30°), 60° 기울어져 누운 자세(inversion -60°) 및 90° 기울어져 누운 자세(inversion -90°)에서 수축기 혈압, 이완기 혈압, 심박수 및 혈중 젖산농도를 각각 측정하였다.

### 3. 연구 도구

본 연구의 도구는 역-중력 장비(MS-UP1, Medical Science, Seoul, Korea)와 수은 혈압계(Sankei, Osaka, Japan) 및 젖산 분석기(Accutrend Plus, KMTec, Seoul, Korea)를 이용하였으며, 이에 대한 구체적인 측정방법은 아래와 같다.

### 4. 측정 방법

#### 1) 혈압 측정

안정 시 혈압은 등받이가 있는 의자에 앉아 소매를 걷고 왼팔을 심장 높이에 두도록 하여 수은 혈압계로 측정하였다. 측정 전 30분 정도 금연을 하도록 하고 카페인 성분의 음료를 마시지 않도록 하였다. 여섯 개의 모든 자세에서 최소한 2.5분간 안정을 취하게 한 후 수축기와 이완기혈압을 측정하였다.

#### 2) 심박수 측정

심박수는 혈압을 측정하는 방법과 동일한 자세 및 여섯 개 자세에서 측정하였다. 심박수의 측정은 요골동맥에서 10초간 측정하여 6을 곱해 1분으로 환산한 값을 각 위치에 서의 수준으로 인정하였다.

#### 3) 혈중 젖산농도 측정

모든 피험자들의 피로 정도를 알아보기 위해 여섯 개의 모든 자세에서 혈압을 측정하기 직전 오른쪽 팔에서 젖산 농도를 측정하였다. 분석 장비는 젖산분석기(Accutrend Plus, KMTec)를 사용하였으며, 오른쪽 팔 손가락에서 Finger tip을 하여 그 농도를 측정하였다. 이 장비의 신뢰도는  $r=0.99$ 로 제시되고 있다.<sup>8)</sup>

### 5. 자료처리 방법

본 연구의 자료처리는 SPSS 15.0을 이용하여 모든 자료에 대한 평균과 표준오차를 산출하였으며, 여섯 개의 자세에서 변인별 변화를 분석하기 위하여 one-way analysis of variance를 사용하였고, 사후검정은 Tukey 검정법을 이용하였다. 또한 여섯 개 자세에서의 남녀 간 차이를 분석하기 위하여 independent *t*-test를 이용하였다. 앉은 자세를 기준으로 한 다섯 개의 각도별 변인의 변화율은  $\Delta\% \{[(\text{post angle}-\text{sitting angle}) \div \text{sitting angle}] \times 100\}$ 를 이용하여 산출하였고, 모든 검정 결과의 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 에서 분석하였다.

## 결 과

### 1. 혈압의 차이와 변화

본 연구의 설계에 따른 여섯 개 역-중력 각도에서의 수

**Table 2.** Changes of SBP and DBP in 6 inverted angles' positions<sup>a</sup>

	SBP, mmHg					DBP, mmHg				
	Male	$\Delta\%$	Female	$\Delta\%$	<i>t</i> ( <i>P</i> )	Male	$\Delta\%$	Female	$\Delta\%$	<i>t</i> ( <i>P</i> )
Sitting	121.33±1.95	- <sup>b</sup>	120.73±3.04	- <sup>b</sup>	0.166 (0.869)	74.00±1.73	- <sup>b</sup>	78.53±2.71	- <sup>b</sup>	-1.410 (0.170)
Standing	119.40±2.92	-1.59	122.33±3.80	1.33	-0.611 (0.546)	72.40±2.46	-2.17	72.80±2.42	-7.30	-0.116 (0.909)
Supine	113.67±1.76	-6.32	108.80±3.17	-9.89	1.342 (0.191)	61.87±2.68	-16.40	60.80±1.77	-22.58	0.331 (0.743)
-30°	112.07±2.29	-7.64	107.40±3.00	-11.05	1.235 (0.227)	60.93±3.01	-17.67	63.07±2.30	-19.69	-0.563 (0.578)
-60°	122.87±3.85	1.27	110.47±3.26	-8.50	2.453 (0.021)	71.73±4.11	-3.07	66.73±2.33	-15.03	1.056 (0.300)
-90°	141.27±2.29	16.44	129.80±4.95	7.52	2.102 (0.045)	92.07±3.95	24.42	89.53±4.88	14.01	0.403 (0.690)
<i>F</i>	16.046		6.268			13.086		13.751		
<i>P</i>	0.001		0.001			0.001		0.001		

Abbreviations: SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

<sup>a</sup>Data are presented as mean±SD unless otherwise indicated.

<sup>b</sup>Not done.

<sup>c</sup>Calculated by one-way analysis of variance.

축기 혈압과 이완기 혈압의 변화 및 자료처리에 의한 결과는 표 2와 같다.

### 1) 수축기 혈압의 차이와 변화

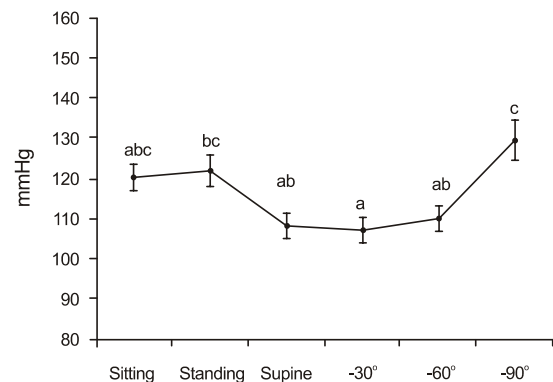
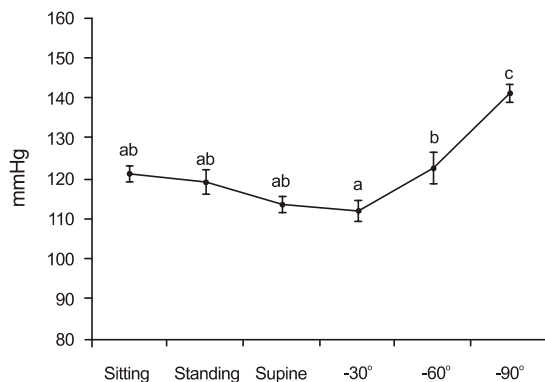
표 2에서 실험 종료 후 남성의 수축기 혈압은 앉은 자세에서  $121.33 \pm 1.95$  mmHg였으나, 선 자세에서는 1.95% 감소하였고, 누운 자세에서는 6.32% 및 30° 기울어져 누운 자세에서는 7.64%씩 감소한 반면, 60° 기울어져 누운 자세에서는 1.27%, 90° 기울어져 누운 자세에서는 16.44%씩 증가하였다. 이와 같은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타냈다(Figure 2). 여성의 수축기 혈압은 앉은 자세에서  $120.73 \pm 3.04$  mmHg였으나, 선 자세에서는 1.33% 증가하였고, 누운 자세에서는 9.89%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 11.05%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 8.50%씩 감소한 반면, 90° 기울어져 누운 자세에서는 7.52% 증가하였다. 이와 같은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타냈다(Figure 2). 한편, 여섯 개의 각도에서 수축기 혈압에 대한 성별 간의 차이는 60° 기

울어져 누운 자세와 90° 기울어져 누운 자세에서 유의하게 나타났다.

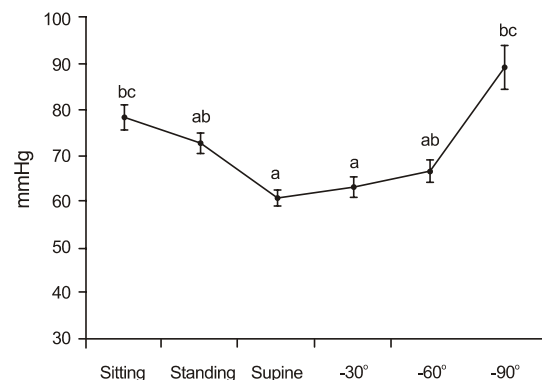
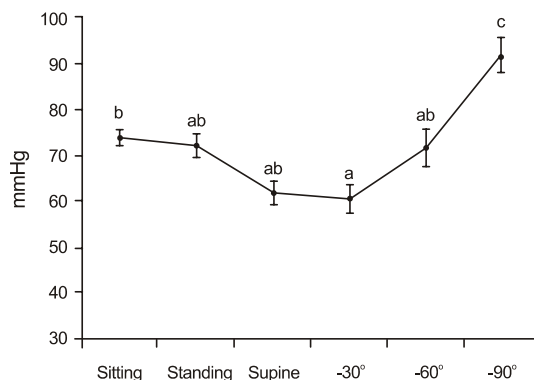
### 2) 이완기 혈압의 차이와 변화

표 2에서 실험 종료 후 남성의 이완기 혈압은 앉은 자세에서  $74.00 \pm 1.73$  mmHg이었으나, 선 자세에서는 2.17% 감소하였고, 누운 자세에서는 16.40%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 17.67%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 3.07%씩 감소한 반면, 90° 기울어져 누운 자세에서는 24.42% 증가하였다. 이와 같은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타내었다(Figure 3). 여성의 이완기 혈압은 앉은 자세에서  $78.53 \pm 2.71$  mmHg였으나, 선 자세에서는 7.30%, 누운 자세에서는 22.58%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 19.69%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 15.03%씩 감소한 반면, 90° 기울어져 누운 자세에서는 14.01% 증가하였다. 이와 같은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타내었다(Figure 3). 한편, 여섯 개의 각도에서 이완기 혈압에 대한 성별 간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

**Figure 2.** Post-hoc results of systolic blood pressure in males (left) and females (right) at six angles with a, b and c representing post-hoc symbols



**Figure 3.** Post-hoc results of diastolic blood pressure in males (left) and females (right) at six angles with a, b and c representing post-hoc symbols



## 2. 심박수와 혈중 젖산농도의 차이와 변화

본 연구의 설계에 따른 여섯 개 역-중력 각도에서의 심박수와 혈중 젖산농도의 변화 및 자료처리에 의한 결과는 표 3과 같다.

### 1) 심박수의 차이와 변화

표 3에서 실험 종료 후 남성의 심박수는 앉은 자세에서  $75.60 \pm 2.83$  beat per minute (bpm)이었으나, 선 자세에서는 4.94% 증가한 반면, 누운 자세에서는 8.30%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 8.64%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 8.83%, 90° 기울어져 누운 자세에서는 1.33%씩 감소하였다. 이와 같은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타냈다(Figure 4). 여성의 심박수는 앉은 자세에서  $87.87 \pm 2.28$  bpm이었으나, 선 자세에서는 2.12% 증가한 반면, 누운 자세에서는 8.20%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 14.88%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 15.64%, 90° 기울어져 누운 자세에서는 12.98%씩 감소하였다. 이와 같

은 변화는 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 사후검정에서도 뚜렷한 변화를 나타냈다(Figure 4). 한편, 여섯 개의 각도에서 심박수에 대한 성별 간의 차이는 앉은 자세와 선 자세 및 누운 자세에서 유의하게 나타났다.

### 2) 혈중 젖산농도의 차이와 변화

표 3에서 실험 종료 후 남성의 혈중 젖산농도는 앉은 자세에서  $2.82 \pm 0.08$  mmol이었으나, 선 자세에서는 13.48%, 누운 자세에서는 28.73%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 12.77%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 26.25%, 90° 기울어져 누운 자세에서는 15.25%씩 증가하였으나, 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성의 혈중 젖산농도는 앉은 자세에서  $2.04 \pm 0.10$  mmol이었으나, 선 자세에서는 0.98%, 누운 자세에서는 0.49%, 30° 기울어져 누운 자세에서는 31.87%, 60° 기울어져 누운 자세에서는 11.28%, 90° 기울어져 누운 자세에서는 10.79%씩 증가하였으나, 일원변량분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, 여섯 개의

**Table 3.** Changes of HR and LAC in 6 inverted angles' positions<sup>a</sup>

	HR, beat/min					LA, mmol				
	Male	$\Delta\%$	Female	$\Delta\%$	<i>t</i> ( <i>P</i> )	Male	$\Delta\%$	Female	$\Delta\%$	<i>t</i> ( <i>P</i> )
Sitting	75.60 $\pm$ 2.83	- <sup>b</sup>	87.87 $\pm$ 2.28	- <sup>b</sup>	-3.368 (0.002)	2.82 $\pm$ 0.08	- <sup>b</sup>	2.04 $\pm$ 0.10	- <sup>b</sup>	-1.617 (0.182)
Standing	79.33 $\pm$ 2.85	4.94	89.73 $\pm$ 2.33	2.12	-2.822 (0.009)	3.20 $\pm$ 0.57	13.48	2.06 $\pm$ 0.22	0.98	1.827 (0.078)
Supine	69.33 $\pm$ 1.82	-8.30	80.67 $\pm$ 2.65	-8.20	-3.517 (0.002)	3.63 $\pm$ 0.61	28.73	2.05 $\pm$ 0.24	0.49	2.402 (0.023)
-30°	69.07 $\pm$ 1.98	-8.64	74.80 $\pm$ 3.05	-14.88	-1.574 (0.127)	3.18 $\pm$ 0.43	12.77	2.69 $\pm$ 0.86	31.87	0.421 (0.677)
-60°	68.93 $\pm$ 2.25	-8.83	74.13 $\pm$ 2.74	-15.64	-1.463 (0.155)	3.56 $\pm$ 1.15	26.25	2.27 $\pm$ 0.35	11.28	1.062 (0.297)
-90°	74.60 $\pm$ 2.52	-1.33	76.47 $\pm$ 3.07	-12.98	-0.469 (0.643)	3.25 $\pm$ 0.47	15.25	2.26 $\pm$ 0.56	10.79	1.349 (0.188)
<i>F</i>	3.253		6.227			0.215		0.724		
<i>P</i>	0.010		0.001			0.955		0.607		

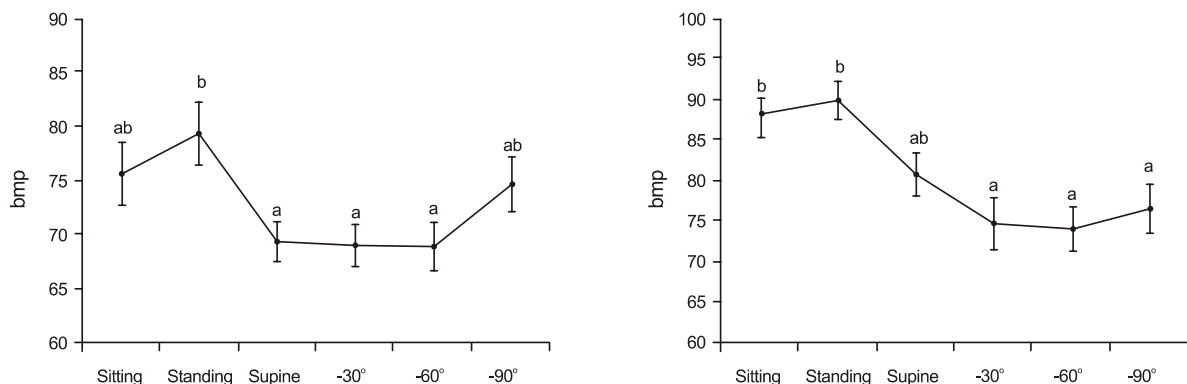
Abbreviations: HR, heart rate; LA, lactic acid.

<sup>a</sup>Data are presented as mean $\pm$ SD unless otherwise indicated.

<sup>b</sup>Not done.

<sup>c</sup>Calculated by one-way analysis of variance.

**Figure 4.** Post-hoc results of heart rate in males (left) and females (right) at six angles with a, b, and c representing post-hoc symbols



The unit bpm indicates beats per minute.

각도에서 혈중 젖산농도에 대한 성별 간의 차이는 누운 자세에서만 유의하게 나타났다.

## 고 찰

본 연구의 결과에서 남성의 수축기 혈압 수준은 앉은 자세를 기준으로 하여 다른 다섯 개 각도의 자세에서 도출된 수축기 혈압의 수준과 비교하였을 때 앉은 자세부터  $-30^\circ$  역-중력 견인자세에 이르기까지는 수축기 혈압의 수준이 대체로 감소하였으나,  $-60^\circ$  역-중력 견인자세 이후에는 수축기 혈압이 증가하였다. 한편, 여성의 수축기 혈압 수준은 선 자세에서는 약간 증가하였다가  $-60^\circ$  역-중력 견인자세까지는 감소한 반면  $-90^\circ$  역-중력 견인자세에서는 뚜렷하게 증가하였다. 이완기 혈압의 수준도 수축기 혈압의 수준과 유사하게  $-90^\circ$  역-중력 견인자세에서 남녀 모두 뚜렷하게 증가하였다.

중력은 직립자세를 취하며 살아가고 있는 인간에게 여러 가지 영향을 제공하지만, 특히 심혈관계에는 적지 않은 영향을 미치며 이러한 순환계에 대한 즉각적인 반응들은 단순한 물리법칙에 의해 지배되고 있다.<sup>9)</sup> 가장 기본적인 영향은 유체 정역학적인 법칙에 의해 일어나는데, 순환계에서의 압력차는 중력, 혈액의 밀도 및 두 측정 점을 분리한 수직의 높이로 산출된다. 이 원리를 직립하고 있는 사람에게 적용할 경우 정력학적인 힘은 심장과 대뇌 기저면 사이에서 25 mmHg의 압력차를 일으키고, 심장과 발 사이에서는 50 mmHg의 차이를 일으킨다. 그러므로 역-중력 견인자세들은 앉아 있거나 드러누운 자세에서  $-90^\circ$ 의 자세로 취해 갈수록 압력차가 높아져 일반적인 혈압측정을 할 경우 높게 나타나게 되는 것이다.<sup>9)</sup>

자세 변화에 있어 누운 자세에서 선 자세로 변형할 경우 중력에 의해 하지로 혈액이 유입되는 양은 약 500 mL 정도이다.<sup>10)</sup> 역으로 말해, 서 있는 자세에서 역-중력 견인자세로 자세를 변형할 경우에 심장은 정맥혈의 양을 증가시키도록 박출해야만 하고, 스탈링 법칙에 따라 심박출량과 혈압은 증가하게 된다.<sup>11)</sup> 역-중력자세 동안에 하지로부터 심장에 혈류가 증가되고 정역학적인 결과에 의해 평균 동맥압의 변화가 수축기와 이완기 혈압을 모두 증가시키게 되는 것이다.

본 연구의 방법과 유사하게 Klatz 등<sup>4)</sup>과 LeMarr 등<sup>7)</sup>은 피험자들을 역-중력 견인장치에서 3분간 매달리게 한 결과 수축기 혈압과 이완기 혈압이 모두 증가하였다고 보고한 바 있다. 특히, Klatz 등<sup>4)</sup>은 45초 동안 역-중력 견인자세를 취하게 하고 수축기와 이완기 혈압을 측정하였을 때 각각 38 mmHg와 19 mmHg씩 증가하였고, 3분 동안 역-중력 견인자세를 취하게 하고 수축기와 이완기 혈압을 측정

하였을 때 각각 29 mmHg와 16 mmHg씩 증가하였다고 보고하였다. LeMarr 등<sup>7)</sup>의 연구에서는 2분 동안 역-중력 견인자세를 취하게 하여 수축기와 이완기 혈압을 측정할 결과 각각 23 mmHg와 16 mmHg씩 증가하였다고 보고하였다. 사실, Klatz 등<sup>4)</sup>과 LeMarr 등<sup>7)</sup>이 이용한 역-중력 견인장치는 단순히  $-90^\circ$ 에서 수직으로 매달리는 기구이었는데, 이것은 본 연구에서 이용한 역-중력 견인장치 중  $-90^\circ$ 의 자세와 유사한 것이었다. 즉, 본 연구의 결과들 중 앉은 자세를 기점으로 하여  $-90^\circ$ 의 견인자세에서의 수축기 혈압 수준을 산정할 경우 남성의 경우는 16.44%, 여성의 경우는 7.52%씩 증가하였고, 이완기 혈압의 수준도 남성의 경우 24.42%, 여성의 경우는 14.01%씩 증가한 것으로 나타나 두 선행연구들의 결과와 유사한 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 결과는 두 선행연구들의 결과와 비교했을 때 다소 낮은 증가율을 나타내었는데, 그 이유는 피험자들의 연령, 역-중력을 취하고 있었던 시간, 역-중력 견인자세 중  $-90^\circ$ 에 이르기까지 도달된 시간 등 때문에 일어난 결과라고 생각한다.

한편, 서론에서 서술한 바와 같이 역-중력 견인운동은 혈압 등을 증가시키기 때문에 심장질환자들은 물론 추간판탈출 환자와 심지어는 일반인들에게도 이용을 자제하거나 권장하지 않고 있다.<sup>2)</sup> 그러나 역-중력 견인운동을 통해 혈압이 증가한다는 것은 단순히  $-90^\circ$ 에서의 결과일 뿐 그 이전의 견인각도에서는 혈압이 오히려 감소한다는 것이 본 연구의 결과를 통해 나타났다. 구체적으로 본 연구에서 관찰한 앉은 자세에서의 수축기 혈압을 기준으로 하여 다섯 개 견인각도에서의 수축기 혈압의 수준과 비교 분석한 결과 남성과 여성 모두  $-30^\circ$  견인자세에 이르기까지는 수축기 혈압이 대체로 감소하는 경향을 나타내었고, 특히  $-30^\circ$  견인자세에서는 남녀 모두 수축기 혈압의 수준이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 이러한 결과들은 이완기 혈압에서도 유사하게 나타나 여러 선행연구들이 제시한 역-중력 견인운동이 반드시 혈압을 증가시킨다는 결과와 상반된 것이었으며,  $-30^\circ$  이전 각도에서의 역-중력 견인자세는 오히려 혈압을 감소시키기 때문에 중증 이상이 아닌 고혈압 환자 등에서도 긍정적인 효과가 나타날 수 있다는 가능성을 제시한 것이라 생각한다.

한편, 이러한 혈압의 결과와 유사하게 본 연구에서 관찰한 심박수도 역-중력 견인자세에 의해 영향을 받은 것으로 나타났다. 사실 이전의 선행연구들에 의하면 심박수는 역-중력 견인자세에 의해 쉽게 영향을 받지 않는다고 보고된 바 있으며, 그 결과들 또한 다양하게 보고되고 있다.<sup>3,6,7,12)</sup> 실제로 Zito<sup>5)</sup>의 연구에서 심박수와 역-중력 견인자세와의 관계는 분명한 결과를 제공하지 않고 있으며, 어떤 역-중력 견인장치를 사용한다 하더라도 뚜렷한 결과를 나타내

지 않는다고 하였다. 그러나 그는 특정한 근육운동이나 컨디셔닝 운동과 역-중력 견인운동을 병행할 경우 분명한 변화가 일어날 수 있다는 가능성은 제시한 바 있다. 사실, 심박수는 혈압과 마찬가지로 인체의 자세 변형이나 감정 상태 등에 의해 영향을 받으며 특히, 운동 시 심박수가 증가하는 이유는 교감 신경계가 활성화되고, 부교감 신경계가 위축되어 일어나는 결과인 반면, 운동 직후에 심박수가 감소하는 것은 부교감 신경계가 활성화되어 일어나는 결과이다.<sup>13-16)</sup> 이러한 맥락에서 Raj 등<sup>17)</sup>은 자세 변형 등에 의해 심박수가 변화하는 것은 동맥 압수용체(arterial baroreceptors)에 의한 영향 때문이며 생리적으로 그 상황에 맞게 조율하는 것이라고 하였다. 대부분의 학자들도 부교감 신경계 중에서도 미주신경이 자극될 경우 심박수는 감소한다고 보고하고 있다.<sup>18)</sup> 이와 같은 맥락에서 본 연구가 수행한 역-중력 견인자세는 심박수에 유의한 변화를 제공하였는데, 특히 앉은 자세에서의 심박수를 기준으로 하여 다섯 개 견인각도에서의 심박수를 비교 분석한 결과 남성과 여성 모두 선 자세에서의 심박수는 증가하였다가 누운 자세, -30°, -60° 견인자세에 이르기까지는 심박수가 순차적으로 감소하였다. 그러나 -90° 견인자세에서의 심박수 수준은 남성의 경우 증가하는 경향을 나타내었으나 앉은 자세에서의 심박수 수준보다 1.33% 감소된 상태이었던 반면, 여성의 경우는 앉은 자세에서의 심박수 수준보다 12.98% 감소한 수준이었다. 이러한 결과는 남녀모두 인체의 위치가 변형되는 선 자세에서는 심박수가 증가하는 반면, 누운 자세에서는 감소하는 것이라고 할 수 있다. 그러나 -90°의 견인자세에서 남성의 심박수 수준은 증가한 반면, 여성의 심박수 수준은 감소된 상태가 지속적으로 유지된 것을 볼 때 남녀 간의 생리적인 차이가 나타난 것으로 고려해 볼 수 있다.

한편, 본 연구의 목적 중 역-중력 견인운동이 피로감을 해소할 수 있는지 여부를 확인하고자 앉은 자세에서의 혈중 젖산농도를 기준으로 하여 다섯 개 견인각도에서의 혈중 젖산농도를 비교 분석한 결과 남녀 모두 선 자세에서부터 -90° 견인자세에 이르기까지 혈중 젖산농도가 대체로 증가하는 경향을 나타내어 오히려 피로 수준이 높아지는 것으로 볼 수 있으며, 특히 남성의 혈중 젖산농도가 여성에 비해 대체로 높게 반응을 보여 역-중력에 의한 피로 누적 효과가 남성에게 다소 민감하게 나타나는 것으로 해석해 볼 수 있다. 그러나 이러한 결과는 통계적으로 유의한 차이와 변화가 없어 역-중력 견인자세와 피로도 간의 관련성은 없는 것으로 해석하는 것이 바람직하다고 생각한다.

궁극적으로 본 연구는 일부 선행연구들<sup>19)</sup>에서 제시된 역-중력 견인자세에 대한 부정적이고, 긍정적인 건강상의 효과(혈압, 심박수 및 혈중 젖산농도를 중심으로)를 확인

하고자 연구에 임한 결과 수축기 혈압과 이완기 혈압은 역-중력 견인각도인 -30° 이전까지는 그 수준이 오히려 감소하여 건강상에 이상을 초래하지 않는 반면, 역-중력 견인각도인 -90°에서는 혈압 수준이 증가하여 부정적인 건강상의 결과를 초래할 수 있다고 할 수 있다. 심박수의 경우에도 혈압의 수준과 유사하게 나타나 역-중력 견인자세를 누운 자세부터 -60° 견인자세까지를 취할 경우 심혈관계에 부정적인 효과를 제공하지 않는다고 할 수 있다. 그러나 역-중력 견인자세가 피로감을 회복한다는 일부 선행연구들의 결과는 본 연구에서 실시한 혈중 젖산농도의 변화만으로 관찰하였을 때 긍정적이고 유의한 변화를 나타내지 않아 역-중력 견인자세가 피로감을 해소하는 데 별다른 효과를 제공하지 못한다고 할 수 있다.

## 요 약

**연구배경:** 역-중력의 견인자세가 혈압과 심박수를 증가시키는 지 또는 그 상승정도에 영향을 미치는 특정 견인각도가 있는지를 파악하고, 피로도가 감소하는지를 혈중 젖산농도를 통해 파악하는 것이 연구의 목적이다.

**방법:** 30명의 피험자(남 15명, 여 15명)는 앉은 자세에서 혈압, 심박수 및 혈중 젖산농도를 측정 후 선 자세, 누운 자세, -30°, -60°, -90°의 견인자세를 2.5분간씩 취하게 한 후 재 변인들을 측정하였다.

**결과:** 수축기 혈압은 남성의 경우 앉은 자세를 기준으로 선 자세에서 -30°까지는 감소하다가 -60°부터는 증가하였고, 여성의 경우는 -60°까지 감소하였고, -90°에는 증가하였다. 이완기 혈압은 남녀모두 -60°까지는 감소한 반면, -90°에서는 증가하였다. 심박수는 남녀 모두 선 자세에서는 증가하였으나, 누운 자세 이후부터는 감소된 상태가 유지되었다. 젖산농도는 모든 자세에서 증가하였으나, 유의한 변화가 없는 것으로 나타났다.

**결론:** 혈압은 -30° 이전까지 감소하여 건강상에 이상을 초래하지 않는 반면, -90°에서는 증가하여 부정적인 영향을 초래할 수 있다. 심박수도 혈압의 수준과 유사하게 나타나 누운 자세부터 -60°까지 유지할 경우 심혈관계에 부정적인 효과를 제공하지 않는 반면, 젖산농도 변화로 관찰한 피로도는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

**중심단어:** 중력, 자세, 견인, 심혈관계

## REFERENCES

1. Kang HY. The effect of balancing exercise on elementary school children's physical fitness. J Korea Soc Study Phys Educ

- 2002;7(3):209-17.
2. Haskvitz EM, Hanten WP. Blood pressure response to inversion traction. *Phys Ther* 1986;66(9):1361-4.
3. Goldman RM, Tarr RS, Pinchuk BG, Kappler RE. The effects of oscillating inversion on systemic blood pressure, pulse, intraocular pressure, and central retinal arterial pressure. *Phys Sportsmed* 1985;13(3):93-6.
4. Klatz RM, Goldman RM, Pinchuk BG, Nelson KE, Tarr RS. The effects of gravity inversion procedures on systemic blood pressure, intraocular pressure, and central retinal arterial pressure. *J Am Osteopath Assoc* 1983;82(11):853-7.
5. Zito M. Effects of two gravity inversion methods on heart rate, systolic brachial pressure, and ophthalmic artery pressure. *Phys Ther* 1988;68(1):20-5.
6. Klatz RM, Goldman RM, Pinchuk BG, Tarr RS. Effects of gravity inversion on hypertensive subjects. *Phys Sportsmed* 1985;13(11):85-9.
7. LeMarr JD, Golding LA, Crehan KD. Cardiorespiratory responses to inversion. *Phys Sportsmed* 1983;11(11):51-7.
8. Pyne DB, Boston T, Martin DT, Logan A. Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser. *Eur J Appl Physiol* 2000;82(1-2):112-6.
9. Howard P. Gravity and the circulation. *Proc R Soc Lon B* 1977;199(1137):485-91.
10. Smith JJ, Kampine JP. *Circulatory Physiology: The Essentials*. Baltimore, MD:Williams & Wilkins;1980. p.235.
11. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology*. 6th ed. Philadelphia, PA:WB Saunders Co;1981.
12. DeVries HA. Inversion devices: potential benefits and precautions. *Corporate Fitness and Recreation*;1985. p.24-7.
13. Ellestad MH. Chronotropic incompetence. The implications of heart rate response to exercise (compensatory parasympathetic hyperactivity?). *Circulation* 1996;93(8):1485-7.
14. Arai Y, Saul JP, Albrecht P, Hartley LH, Lilly LS, Cohen RJ, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol* 1989;256(1 Pt 2):H132-41.
15. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(6):1529-35.
16. Georgoulas P, Orfanakis A, Demakopoulos N, Xaplanteris P, Mortzos G, Vardas P, et al. Abnormal heart rate recovery immediately after treadmill testing: correlation with clinical, exercise testing, and myocardial perfusion parameters. *J Nucl Cardiol* 2003;10(5):498-505.
17. Raj SR, Sheldon RS, Koshman M, Roach DE. Role of hypotension in heart rate turbulence physiology. *Heart Rhythm* 2005;2(8):820-7.
18. Wicher C, Biewald GA, Hüller M. Modulation of chronotropic and inotropic heart vagus actions as a non-pressor effect of angiotensin II in the anesthetized rat. *Regul Pept* 1998;74(2-3):151-8.
19. White DJ, Mawdsley RH. Effects of selected bronchial drainage positions and percussion on blood pressure of healthy human subjects. *Phys Ther* 1983;63(3):325-30.