

/

이정한\* · 최미현\* · 김지혜\* · 이수정\* · 양재웅\* · 정순철\*  
· 임대운\*\* · 이동형\*\*\* · 민병찬\*\*\*†

\*건국대학교 의료생명대학 의학공학부, 의공학 실용기술 연구소  
\*\*동국대학교 정보 통신 공학과  
\*\*\*한밭대 산업경영공학과

## Differences of Blood Oxygen Saturation between Male and Female due to Change of Supply Rate of Highly Concentrated Oxygen

Jeong-Han Yi\* · Mi-Hyun Choi\* · Ji-Hye Kim\* · Su-Jeong Lee\* · Jae-Woong Yang\* · Soon-Cheol Chung\*  
Dae-Woon Lim\*\* · Dong-Hyung Lee\*\*\* · Byung-Chan Min\*\*\*†

\*Department of Biomedical Engineering, Research Institute of Biomedical Engineering,  
College of Biomedical and Health Science, Konkuk University, Chungju, South Korea

\*\*Department of Information and Communication Engineering, Dongguk University, Seoul, South Korea

\*\*\*Department of Industrial and Management Engineering, Hanbat National University, Daejeon, South Korea

The purpose of this study was to examine differences between male and female in blood oxygen saturation due to 93% oxygen administration of the three levels (1L/min, 3L/min, 5L/min). Ten healthy male (25.0±1.8 years) and ten female (23.7±1.9 years) college students were selected as the subjects for this study. The experiment consisted of three runs, i.e., the three levels of 93% oxygen administration, respectively. The each run consisted of three phases, i.e., Rest 1 (5 min), Hyperoxia (10 min), and Rest 2 (5 min). Blood oxygen saturation were measured throughout the three phases.

By increasing the supply rate of highly concentrated oxygen, rising rate of blood oxygen saturation was increased. Blood oxygen saturation of female was higher than male regardless of supply rate of highly concentrated oxygen and phases.

**Keywords :** Blood Oxygen Saturation (SPO<sub>2</sub>), Highly Concentrated Oxygen, Supply Rate, Gender

### 1. 서 론

산소는 인간의 생존에 필수적인 물질로서 신체 및 정신 활동에 필요한 에너지를 공급하는 역할을 한다. 혈중

산소 포화도란 혈액 내 산소와 결합한 헤모글로빈의 양이 전체 헤모글로빈의 양에서 차지하는 백분위이고, 혈액 내 산소의 농도를 나타내는 중요한 생리 지표이다[1]. 대기 중의 산소 농도는 용적비로 약 21% 이고, 이러한

논문접수일 : 2009년 10월 13일    논문수정일 : 2009년 12월 15일    게재확정일 : 2009년 12월 18일

† 교신저자 bcmin@hanbat.ac.kr

※ 이 논문은 건국대학교 학술 진흥 연구비 지원에 의한 논문임.

환경에서 인간의 혈중 산소 포화도는 95% 이상으로 유지된다. 산소는 인체에서 대사 작용이 가장 활발한 기관인 뇌 활동에 중요한 물질로서, 중추신경계는 산소 부족에 가장 민감한 조직이며, 동맥혈 산소 분압의 저하는 주의력, 기억력, 의사결정 능력 등의 뇌기능에 변화를 초래하기도 한다[1, 2].

자동차 운전 중 산소 농도가 저하되면 현저한 피로를 느끼게 되나 고농도 산소를 공급하는 경우 피로감이 경감되고 반응시간도 빨라진다고 보고되었다[3]. 고농도 산소는 기억, 공간, 언어, 덧셈, n-back 과제와 같은 인지 수행 능력을 향상시킨다는 연구 결과가 보고되어졌다[4~11]. 즉, 고농도 산소 공급으로 혈중 산소 포화도가 증가하였고[4, 5, 7, 8], 정답률의 증가[6, 9~11] 및 반응시간의 감소[6, 9~11]와 같은 인지 수행 능력 향상이 보고되었다. 혈중 산소 포화도의 농도와 정답률 사이에 양의 상관관계가 나타났고[4, 7], 과제의 난이도가 증가할수록 고농도 산소의 효과가 더 크다고 보고되었다[5, 8].

이와 같이 고농도 산소의 공급이 인지 수행 능력을 향상시킬 수 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 고농도 산소의 효과가 성별에 따라 어떠한 차이가 있는지 그리고 고농도 산소의 공급량에 따라 인지 수행 능력이 어떻게 변하는지 등에 대한 구체적인 연구는 아직까지 수행되지 않았다. 고농도 산소가 인지 능력에 미치는 영향을 규명하는데 있어서 가장 중요한 생리 지표가 혈중 산소 포화도이다[4, 5, 7, 8].

그러므로 본 연구에서는 고농도 산소의 공급량 및 남녀에 따른 인지 수행 능력 변화를 규명하기 위한 선행 연구로서 고농도 산소의 공급량을 변화시키면서 남녀의 혈중 산소 포화도의 변화 양상을 규명하고자 한다.

## 2. 방 법

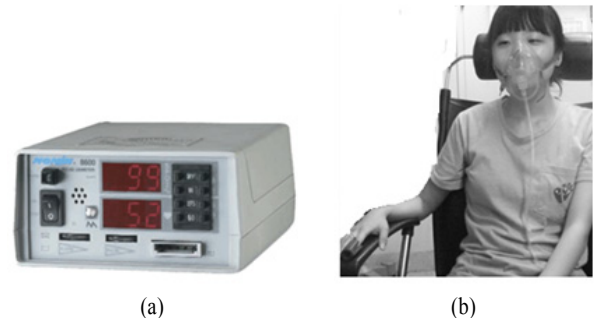
### 2.1 산소 공급 장치 및 실험 참여자

순도 93%의 산소 농도를 일정하게 유지하면서 1L/min, 3L/min, 5L/min 의 유량 변화가 가능한 산소 공급 장치(OXUS Co.)를 사용하였다.

산소 공급 장치에서 발생된 산소는 마스크를 통하여 실험 참여자에게 전달되었다. 20대 남자 대학생 10명(25.0 ± 1.8세)과 여자 대학생 10명(23.7 ± 1.9세) 총 20명을 대상으로 실험을 수행하였다.

### 2.2 생리 신호 측정

Pulse oximeter(8600 Series, NONIN Medical, Inc.)를 이

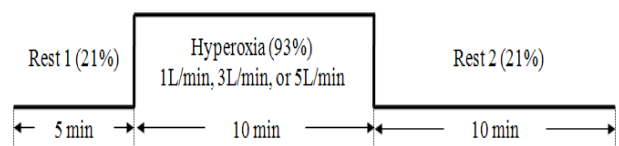


<그림 1> (a) pulse oximeter (b) 실험 수행 모습

용하여, 실험 참여자의 약지손가락에서 혈중 산소 포화도(SpO2[%])를 측정하였다<그림 1>.

### 2.3 실험 설계 및 절차

<그림 2>는 실험의 구성을 도식화한 것으로 각 실험은 세 개의 구간(Rest 1, Hyperoxia, Rest2)으로 구성되었다. Rest 1은 산소가 공급되기 전 안정 상태 구간(5분), Hyperoxia는 마스크를 통해 순도 93%의 산소가 공급되는 구간(10분), Rest 2는 산소 공급이 중단된 후 안정 상태 구간(10분)이다. 피험자가 의자에 편안히 앉은 안정 상태에서 총 25분간 혈중 산소 포화도를 측정하였다. 이러한 실험을 1L/min, 3L/min, 5L/min 유량별로 반복하였고, 각각의 유량별 실험 사이에 30분의 휴식시간을 가졌다. 모든 피험자는 세 가지 종류의 유량에 대한 실험에 참여하였고, 실험 순서는 무작위로 하였다.



<그림 2> 실험구성

### 2.4 데이터 분석

구간별로 혈중 산소 포화도의 평균값을 산출하였다. 유량(1L/min, 3L/min, 5L/min), 성별(남자, 여자), 및 구간(Rest 1, Hyperoxia, Rest 2)을 독립 변인으로 하는 반복 측정 변량 분석(SPSS ver. 12.0)을 사용하여 유량과 성별, 그리고 각 구간별로 혈중 산소 포화도에 유의한 차이가 있는지를 검증하였다. 특히 각 유량별로 성별에 따라 혈중 산소 포화도에 유의한 차이가 있는지를 검증하기 위해 독립 표본 t 검정을 사용하였다.

### 3. 결 과

<표 1> 및 <그림 3>과 같이 Rest 1과 Rest 2에 비해 Hyperoxia 구간의 혈중 산소 포화도가 더 컸다. 고농도 산소의 공급량이 증가할수록 혈중 산소 포화도의 증가량이 더 컸다. 또한 유량과 구간에 관계없이 남자에 비해 여자의 혈중 산소 포화도가 더 컸다.

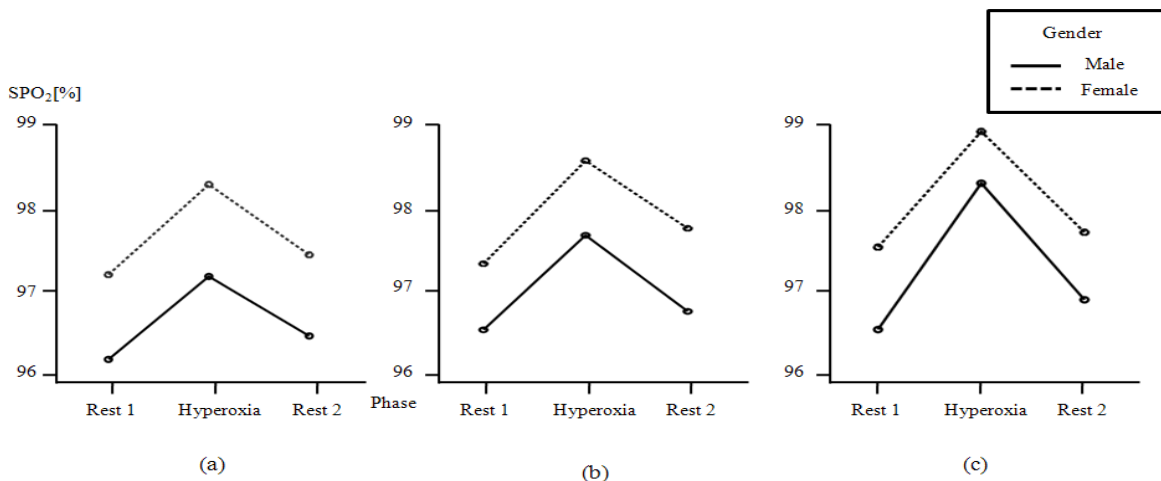
<표 2>와 같이 유량, 성별, 및 구간을 독립 변인으로 하여 혈중 산소 포화도의 변화를 분석하였다. 유량( $p = .030$ ), 성별( $p < 0.001$ ), 및 구간( $p < 0.001$ )에서 유의한 차이가 나타났다. 즉, 세 가지 산소 유량과 남자와 여자, 그리고 각 구간별로 혈중 산소 포화도의 크기에 유의한 차이가 있다는 사실이 관찰되었다. 그리고 구간과 유량간에 상호 작용 효과( $p = .026$ )가 관찰 되어 유량의 변화에 따라 구간 간의 혈중 산소 농도의 변화 양상이 차이가 있는 것으로 나타났다<그림 3>.

구간과 유량간의 상호 작용 효과를 규명하기 위해 성별을 무시하고 유량의 변화에 따른 각 구간별 혈중 산소 포화도를 계산하였다. <그림 4>와 같이 공급된 산소 유량이 증가 할수록 Rest 1 및 Rest 2구간에 비해 Hyperoxia 구간의 혈중 산소 포화도의 증가량이 더 컸다.

<표 1> 및 <그림 3>과 같이 성별에 따른 혈중 산소 포화도의 차이는 전 구간에서 나타났다. 독립표본 t-검증 결과 1L/min의 유량을 공급 하였을 때 Rest 1구간( $p = .045$ ), Hyperoxia 구간( $p = .001$ ), Rest 2구간( $p = .045$ ), 3L/min의 유량을 공급하였을 때 Rest 1구간( $p = .050$ ), Hyperoxia 구간( $p = .002$ ), Rest 2구간( $p = .003$ ), 5L/min의 유량을 공급하였을 때 Rest 1구간( $p = .013$ ), Hyperoxia 구간( $p = .011$ ), Rest2 구간( $p = .021$ ) 모두 남녀의 혈중 산소 포화도의 차이가 유의미하였다. 이를 구체적으로 분석하기 위해 <그림 5>와 같이 구간과 유량별로 혈중 산소 포화도의 남녀 차이(여자-남자)를 계산하고 유량과 구간을 독립 변인으로 하

<표 1> 유량, 성별, 및 구간에 따른 혈중 산소 포화도의 평균과 표준편차

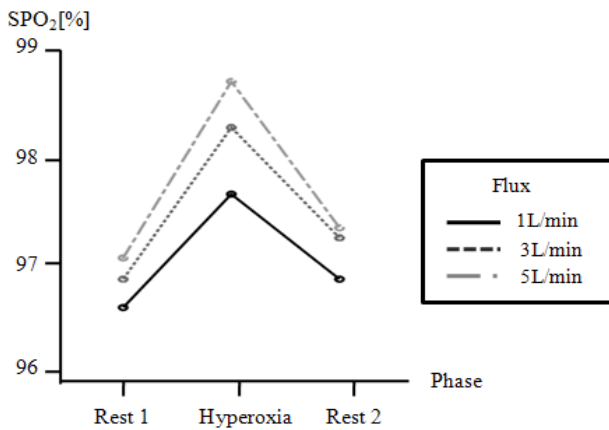
		Rest 1			Hyperoxia			Rest 2			Total		
		Male	Female	Male+Female	Male	Female	Male+Female	Male	Female	Male+Female	Male	Female	Male+Female
1L/min	Mean	96.24	97.18	96.71	97.16	98.18	97.67	96.50	97.40	96.95	96.63	97.59	97.11
	S.D	1.02	0.93	1.07	1.03	0.45	0.94	1.05	0.81	1.02	1.04	0.73	1.01
3L/min	Mean	96.52	97.38	96.95	97.75	98.72	98.24	96.76	97.84	97.03	97.01	97.98	97.49
	S.D	0.87	1.01	1.02	0.76	0.37	0.77	0.86	0.54	0.89	0.83	0.64	0.89
5L/min	Mean	96.66	97.60	97.13	98.33	98.92	98.62	97.00	97.77	97.39	97.33	98.09	97.71
	S.D	0.72	0.80	0.89	0.55	0.32	0.53	0.71	0.65	0.77	0.66	0.59	0.73
Total	Mean	96.47	97.39	96.93	97.75	98.61	98.17	96.75	97.67	97.21	96.99	97.88	97.44
	S.D	0.87	0.90	0.99	0.92	0.49	0.85	0.88	0.68	0.91	0.89	0.69	0.92



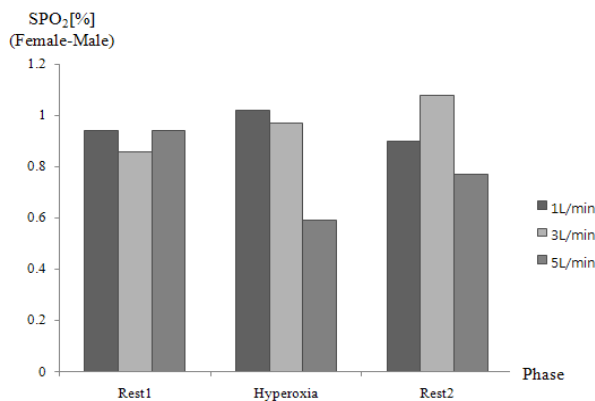
<그림 3> 고농도 산소 공급량 변화에 따른 혈중 산소 포화도의 남녀 차이 (a) 1L/min (b) 3L/min (c) 5L/min

<표 2> 유량, 성별, 및 구간을 독립변인으로 한 반복 측정 변량 분석 결과

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Within Subjects					
Phase	51.295	2	25.647	152.916	.000
Phase * Gender	.030	2	.015	.090	.914
Phase * Flux	1.927	4	.482	2.872	.026
Phase * Gender * Flux	.434	4	.109	.647	.630
Error(phase)	18.114	108	.168		
Between Subjects					
Intercept	1709000.160	1	1709000.160	1145712.655	.000
Gender	36.180	1	36.180	24.255	.000
Flux	11.198	2	5.599	3.754	.030
Gender * Flux	.382	2	.191	.128	.880
Error	80.549	54	1.492		



<그림 4> 고농도 산소 공급량 변화에 따른 구간별 혈중 산소 포화도



<그림 5> 유량 및 구간에 따른 혈중 산소 포화도의 남녀 차이 (여자-남자)

는 이원 변량 분석을 수행하였다. 그러나 모든 변인에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 남녀의 혈중 산소 포화도의 차이는 유량과 구간에 영향을 받지 않고 일정하였다.

#### 4. 토 의

본 연구는 20대 남녀 대학생을 대상으로 93%의 고농도 산소의 공급량(1L/min, 3L/min, 5L/min)을 달리하여 혈중 산소 포화도를 측정하고 유량, 성별, 및 구간에 따른 혈중 산소 포화도의 변화를 관찰하였다. 그 결과 안정 상태에 비해 고농도 산소를 공급한 Hyperoxia 구간에서 혈중 산소 포화도는 증가하였다. 유량이 증가할수록 혈중 산소 포화도의 증가량이 더 컸으며, 유량과 구간에 관계없이 남자에 비해 여자의 혈중 산소 포화도가 더 컸다.

일반 공기 중의 상태(안정 상태)인 21%에 비해 30%와 40%의 고농도 산소 공급 시 혈중 산소 포화도는 증가하였다[4~8]. Moss 등은 100%의 산소 공급으로 혈중 산소 포화도의 증가를 관찰하였다. 선행 연구 결과와 동일하게 본 연구 결과 Rest 1과 Rest 2구간에 비해 순도 93%의 고농도 산소를 공급한 Hyperoxia 구간에서 혈중 산소 포화도가 증가하였다.

본 연구에서는 고농도 산소의 공급량이 증가할수록 혈중 산소 포화도가 증가함을 확인할 수 있었다. 선행연구에서 고농도 산소 공급 시 혈중 산소 포화도와 인지 수행 능력이 양의 상관관계를 나타낸다고 보고되었다[5, 8]. 그러므로 고농도 산소의 공급량을 증가시키면 혈중 산소

포화도가 더 증가되고, 이로 인해 인지 수행 능력도 더 향상 될 수 있을 것으로 예상된다. 향후 추가 실험을 통해 이를 증명하고자 한다.

안정 상태일 때 80대 정상 노인의 혈중 산소 포화도는 남자보다 여자가 더 크다고 보고되었다[12]. 20대 젊은이를 대상으로 실험 한 본 연구 결과에서도 선행 연구와 유사하게 고농도 산소를 공급하였을 때 뿐만 아니라 안정 상태에서도 남자보다 여자의 혈중 산소 포화도가 더 컸다. 이러한 성별에 따른 절대적인 혈중 산소 포화도의 차이는 다양한 내적 요인(심폐기능, 호르몬 등)과 외적 요인(술, 담배 등)에 기인한 것으로 예상된다. 향후 이에 대한 추가 논의가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 고농도 산소의 공급량 및 남녀에 따른 인지 수행 능력 변화의 메커니즘을 규명하기 위한 기초 자료로 활용될 것이다. 또한 향후 다양한 산소 유량에 대한 인지 수행 능력의 변화에 관한 연구로부터 인지 기능을 최대한 향상 시킬 수 있는 최적의 산소 유량을 찾는 연구에도 기초 자료로 활용될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] Fujiwara, T. and Maeda, M.; "Effects of oxygen and refresh space for the elderly," *Journal of Human Life Engineering*, 2(3) : 8-11, 2001.
- [2] Horwitz, B., McIntosh, A. R., Haxby, J. V., and Grady, C. L.; "Network analysis of brain cognitive function using metabolic and blood-flow data," *Behavioral Brain Research*, 66 : 187-193, 1995.
- [3] Sung, E. J., Min, B. C., Jeon, H. J., Kim, S. C., and Kim, C. J.; "Influence of oxygen rate on driver fatigue during simulated driving," *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility*, 5(1) : 71-78, 2002.
- [4] Chung, S. C., Iwaki, S., Tack, G. R., Yi, J. H., You, J. H., and Kwon, J.H.; "Effect of 30% oxygen administration on verbal cognitive performance, blood oxygen saturation and heart rate," *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31 : 281-293, 2006.
- [5] Chung, S. C., Kwon, J. H., Lee, H. W., Tack, G. R., Lee, B., Yi, J. H., and Lee, S. Y.; "Effects of high concentration oxygen administration on n-back task performance and physiological signals," *Physiological Measurement*, 28 : 389-396, 2007.
- [6] Chung, S. C. and Lim, D. W.; "Changes in memory performance, heart rate, and blood oxygen saturation due to 30% oxygen administration," *International Journal of Neuroscience*, 118 : 593-606, 2008.
- [7] Chung, S. C., Lee, B., Tack, G. R., Yi, J. H., Lee, H. W., Kwon, J. H., Choi, M. H., Eom, J. S. and Sohn, J. H.; "Physiological mechanism underlying the improvement in visuospatial performance due to 30% oxygen inhalation," *Applied Ergonomics*, 39 : 166-170, 2008.
- [8] Chung, S. C., Lee, H. W., Choi, M. H., Tack, G. R., Lee, B., Yi, J. H., Kim, H. J., and Lee, B. Y.; "A study on the effects of 40% oxygen on addition task performance in three levels of difficulty and physiological signals," *International Journal of Neuroscience*, 118 : 905-916, 2008.
- [9] Moss, M. C., Scholey, A. B., and Wesnes, K.; "Oxygen administration selectively enhances cognitive performance in healthy young adults : A placebo-controlled double blind crossover study," *Psychopharmacology*, 138 : 27-33, 1998.
- [10] Scholey, A. B., Moss, M. C., Neave, N., and Wesnes, K.; "Cognitive performance, hyperoxia, and heart rate following oxygen administration in healthy young adults," *Physiological Behavior*, 67 : 783-789, 1999.
- [11] Winder, R., and Borrill, J.; "Fuels for memory : The role of oxygen and glucose in memory enhancement," *Psychopharmacology*, 136 : 349-356, 1998.
- [12] Colodny, N.; "Effects of age, gender, disease, and multi-system involvement on oxygen saturation levels in dysphagic persons," *Dysphagia*, 16 : 48-57, 2001.