

30% 산소 공급에 의한 언어 인지 능력, 혈중 산소 농도, 심박동율의 변화

정순철#, 손진훈*, 탁계래**, 이정한**

Changes in Verbal Cognitive Performance, Blood Oxygen Saturation and Heart Rate due to 30% Oxygen Administration

Soon Cheol Chung#, Jin Hun Sohn*, Gye Rae Tack** and Jeong Han Yi**

ABSTRACT

In this study, changes in verbal cognitive performance, blood oxygen saturation and heart rate due to 30% concentration oxygen supply were observed. Five male (24.6±0.9) and five female (22.2±1.9) college students were asked to perform 28 verbal cognitive tasks of the same difficulty during two types of oxygen (concentration 21%, 30%) administration. The experimental sequence consisted of Rest1 (1 min.), Control (1 min.), Task (4 min.), and Rest2 (4 min.) and the physiological signals such as blood oxygen saturation and heart rate were measured throughout the stages. The experimental result showed that the performance increased significantly at 30%'s concentration of oxygen rather than 21%'s, which shows oxygen supply has positive influence on verbal cognitive performance. When 30% concentration oxygen is supplied, the oxygen saturation in the blood significantly increased comparing to 21%. The heart rate showed no significant difference. Significant correlations were found between changes in oxygen saturation and cognitive performance. It is suggested that 30% oxygen can stimulate brain activation by increasing actual blood oxygen concentration in the process of cognitive performance.

Key Words : Verbal cognitive performance (언어 인지 능력), Blood oxygen saturation (혈중 산소 농도), Heart rate (심박동율), 30% Oxygen administration (30% 산소 공급)

1. 서론

인지 처리가 시작되면 뇌 신경조직에 글루코스와 산소를 공급하기 위한 다양한 생리 변화가 발생하게 된다.¹ 비디오 게임을 수행하거나, 복잡한 수학 문제를 풀게 되면 심박동율 (heart rate)과 산소

소모가 증가한다고 보고 된 바 있다.² Wientjes³은 노력이 요구되는 인지 처리 수행은 빠르고 얇은 호흡을 유발한다고 보고하였다. 또한 기억해야 할 단어가 많으면 많을수록 심박동율과 호흡의 증가량은 커지고, 산소 요구량이 증가한다는 보고도 있었다.⁴ 이러한 연구 결과로부터 인지 처리 수행은 심박동

접수일: 2004년 9월 6일; 게재승인일: 2005년 1월 21일

교신저자: 건국대학교 의학공학부

E-mail scchung@kku.ac.kr Tel. (043) 840-3759

* 중남대학교 심리학과

** 건국대학교 의학공학부

을, 호흡, 산소 소모의 증가와 같은 생리 변화를 유발하고, 인지 처리의 요구가 커질수록 (인지 부하가 증가할수록) 생리 변화도 커진다는 사실을 알 수 있다.

Moss⁵ 등은 100%의 산소 공급이 단어 기억력 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 보고하였다. 본 연구팀에서는 30%의 산소 공급 시 공간 인지 능력에 어떠한 변화를 유발하는지에 대한 기초 연구를 뇌기능 영상 기법 (functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)을 이용하여 수행하였다.⁶ 일반 공기 중의 산소 농도 환경 (21%)에 비해 30%의 고농도 산소 환경에서 공간 인지 기능을 담당하는 두정엽 영역의 신경 활성화와 대칭화가 증가하였다. 또한 공간 과제 수행 결과에서도 30% 농도의 산소 공급일 때 평균 정답률이 유의미하게 증가하였다. 이것으로부터 고농도 산소공급이 인지 처리에 필요한 산소 공급을 충분하게 하고 신진대사를 보다 활성화시켜 과제 수행 능력도 증가한다는 결론을 도출하였다. 또한 30%의 고농도 산소 공급이 실제 혈중 산소 포화도를 증가시켜 공간 인지 능력 증가에 긍정적인 영향을 미치고, 인지 처리에 필요한 산소량을 충분하게 하여 심박동율의 증가를 감소시킨다는 사실을 보고하기도 하였다.⁷

정상 상태 (외부의 산소 공급이 없는 상태)에서 인지 처리에 따른 생리 변화에 대한 다양한 연구가 수행된 바 있으나^{1,4}, 외부에서 고농도의 산소를 공급했을 때 인지 처리에 따른 생리 변화에 대한 연구 결과는 아직 부족한 상황이다. 또한, 외부의 산소 공급으로 유발된 기억력, 공간지각 능력 등의 인지 능력 변화와 생리 및 뇌 활성화 변화에 대한 보고가 있었으나⁵⁻⁷, 언어, 학습, 추리 등의 다양한 인지 능력에 고농도의 산소 공급이 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 언어 인지 과제를 이용하여 30% 고농도의 산소 공급이 언어 인지 처리 능력, 혈중 산소 농도, 심박동율에 미치는 영향을 관찰하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구목표는 네 가지이다. 첫째, 30%의 고농도 산소 공급이 언어 인지 능력에 어떠한 영향을 미치는지 밝히고자 한다. 둘째, 30%의 산소공급으로 인지 처리에 필요한 산소가 실제 혈류에 공급되어 뇌 신진대사 활동에 부응할 준비가 되었는지를 혈중 산소 포화도를 통해 측정하고자 한다. 셋째, 인지 처리수행 시 심박동율을 측정하여 인지 부하 (자율 신경계) 변화를 관찰하고, 외

부의 산소 공급이 인지부하에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하고자 한다. 마지막으로 인지 처리 능력과 생리 변화의 상관관계를 분석하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 산소 공급 장치 및 실험 참여자

21% 및 30% 농도의 산소를 각각 8L/min의 양으로 일정하게 공급할 수 있는 산소 공급 장치 (Oxy Cure Co.)를 사용하였다. 산소 공급 장치에서 발생된 산소는 마스크를 통하여 실험 참여자에게 전달되었고, 실험 참여자는 어떤 농도의 산소가 공급되는지 모르게 하였다. 먼저 21%와 30% 산소 공급 시 혈중 산소 포화도 변화를 측정하기 위해 5명의 남자 대학생(25.2±1.2세)을 실험 참여자로 선정하였다. 또한 5명의 남자 대학생 (평균 24.6±0.9세)과 5명의 여자 대학생 (평균 22.2±1.9세)을 산소 농도 변화에 따른 언어 인지 과제 수행의 실험 참여자로 선정하였다.

2.2 언어 인지 과제의 문항 선정

적성진단검사와 지능진단검사로부터 언어추리 및 언어개념 능력을 측정하는 검사들을 취하여 집단검사에 사용할 문제지를 구성하였다.^{8,9} Fig. 1과 같이 (a) 언어추리검사는 앞서 제시되는 두 단어의 관계와 동일한 관계가 성립되도록 하는 단어를 찾는 형식을 사용하고 있으며, (b) 언어개념검사는 네 개 단어 중 의미가 다른 하나의 단어를 찾는 문항들로 이루어져 있다. 집단검사 문제지는 A와 B, 두 가지 유형으로 제작되었으며, 그 구성은 A형의 집단검사 문제지는 적성진단검사 중에 언어추리검사 25문항, 그리고 지능 진단 검사 중에 추리력 검사 홀수번 15문항, 언어개념검사 짝수번 15문항으로 하여 총 55문항으로 구성되어 있다. B형의 집단검사 문제지는 적성진단검사 중에 언어추리검사 25문항, 그리고 지능 진단 검사 중에 추리력 검사 짝수번 15문항, 언어개념검사 홀수번 15문항으로 하여 총 55문항으로 구성되어 있다.

각 55문항의 문제들로 구성된 문제지 A, B를 이용하여, 대학생 263명 (남: 143명, 여:120명)을 대상으로 집단검사를 실시하였다. A형 문제지를 푼 학생은 139명(남: 77명, 여: 62명), B형 문제지를 푼 학생은 124명 (남:66명, 여:58명) 이었다. 총 85종류의 문제들을 언어추리와 언어개념의 문제유형에

따라 구별하여, 각각의 문항에 대한 정답률 ((정답자수/응답자 수)× 100)을 따로 산출함으로써 유사한 난이도를 보이는 문항들끼리 들썩 짝을 지어 총 28쌍의 56문항을 최종 선정하였다. 언어추리 능력을 측정하는 55문항들 중에서는 36.9~88.7%의 정답률 범위에 있는 40문항이 선정되었고, 언어개념 능력을 측정하는 30문항들 중에서는 31.2~79.5%의 정답률 범위에 있는 16문항이 선정되었다.

Notebook : Pencil = Blackboard : ___		[1] Avoid	[2] Elude
[1] Tree	[2] Chalk	[3] Exile	[4] Escape
[3] Desk	[4] Dust cloth		

(a)

(b)

Fig. 1 Problem type for verbal cognition test (a) verbal reasoning test (b) verbal concept test

2.3 생리 신호 측정

8500A (Ninin Medical Inc.) 를 이용하여 실험 참여자의 왼손 약지 손가락에서 혈중 산소 포화도 (SPO₂ [%])를 측정하였다. 이 제품은 LED를 이용하여 디스플레이만 가능하고 저장 장치가 없다. 그러므로 실험자가 5초 간격으로 측정값을 읽어서 (1sample/5sec) 데이터를 기록하였다. Biopac MP100 (Biopac Systems, Inc.)을 사용하여 Electrocardiogram (ECG)를 256 samples/sec로 측정하였고, Acqknowledge 3.5 (Biopac Systems, Inc.)를 이용하여 심박동률 (bit per minute: bpm)을 계산하였다. 이때 전극은 오른쪽 발목에 도출 전극을 부착하고, 양손목에 측정 전극을 부착하였다.

2.4 실험 설계 및 절차

첫 번째 실험에서는 공급된 산소의 농도 변화 (21, 30%)에 따른 혈중 산소 포화도 변화를 측정하여 본 연구에서 사용된 산소 공급 장치로 실제 혈중 산소 농도가 변하는지를 확인하였다. 피검자는 의자에 앉은 안정 상태로 총 24분간 혈중 산소 포화도가 측정되었다. 처음 6분간은 21% 농도의 산소를 공급한 상태에서, 이어서 10분간은 30%의 산소를 공급한 상태에서, 마지막 8분간 다시 21%의 산소를 공급하면서 혈중 산소 포화도 변화를 측정하였다.

두 번째는 21%와 30% 산소 농도 일 때 언어 과제를 수행하는 실험을 설계하였다. 유사한 난이도

로 짝지어 선정된 28쌍의 언어추리 및 언어개념 문제들을 두 실험에 나누어 분포시킴으로써 두 실험 간에 문제 난이도의 차이가 없도록 하였다. Fig. 2는 한 실험의 구성을 도식화한 것으로, 각 실험은 네 개의 구간 (Rest1, Control, Task, Rest2)으로 구성되었다. SuperLab 1.07 (Cedrus Co.)을 사용하여 제작된 Control 및 Task 과제가 컴퓨터 모니터를 통해 실험 참여자에게 제시 되었다. 실험 참여자는 키보드를 통해 반응 버튼을 누르도록 하여 해답을 결정하도록 하였다. Rest1 구간은 산소를 공급하기 시작하면서 백지 화면을 보며 1분 동안 안정하는 구간이다. Control은 1,2,3,4의 네 개 숫자 중 화면에 제시되는 번호에 해당하는 버튼을 누르게 하였다. Task는 언어 인지 문제들을 제시하고 각 문제의 정답에 해당하는 버튼을 눌러 반응하게 하였다. Rest2는 산소 공급을 중지한 후 백지 화면을 보고 4분 동안 휴식하는 구간이다. 두 가지 산소 농도를 각각 공급하면서 각 구간에 따라 생체 신호의 변화 (심박동률, 혈중 산소 농도)를 관찰하였다.

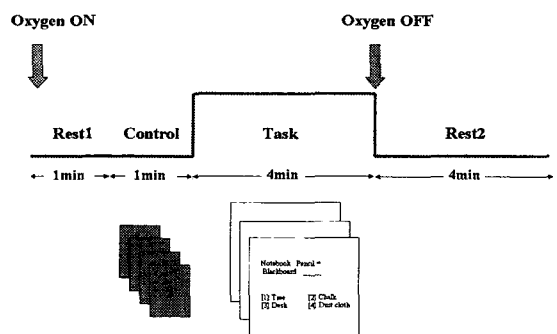


Fig. 2 Test procedure

2.5 데이터 분석

첫 번째 실험의 분석을 위해서 2분 단위로 혈중 산소 포화도의 평균값을 산출하여 그래프를 작성하였으며, 구간을 독립변인으로 하는 one-way repeated measures ANOVA (SPSS ver. 10.0)를 사용하여 세 구간 (21%, 30%, 21%)별로 혈중 산소 포화도에 유의한 차이가 있는지를 검증하였다.

두 개의 실험 (21%, 30%)에 대해 각 실험 참여자의 언어 과제 정답률 ((정답수/총문항수)×100)을 계산하였다. paired t-test (SPSS ver. 10.0)를 이용하여 산소 농도에 따라 정답률에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 검증하였다. 각 실험 참여자

의 혈중 산소 포화도와 심박동율은 각 구간별 (네 구간)로 하나의 평균값이 산출되었다. 그룹 (21%, 30%)과 구간을 독립변인으로 하는 two-way repeated measures ANOVA (SPSS ver. 10.0) 를 사용하여 두 가지 산소 농도 사이에 그리고 각 구간별로 심박동율과 혈중 산소 포화도에서 유의한 차이가 있는지를 검증하였다.

생리 변화와 인지 능력의 상관관계를 검증하기 위하여, 모든 피험자의 언어 과제 정답률 결과 (10명의 두 가지 산소 농도 21%와 30%에서 20개의 정답률 data)와 두 개의 생리 신호의 크기와의 상관관계를 Pearson Correlation을 이용하여 계산하였다. 즉, 네 구간에서 구간별로 생리 신호의 절대값과 언어 과제 정답률과의 상관관계를 계산하였다. 또한 인지 처리 구간인 Task 구간에서 Rest1 구간에 대한 상대적인 생리 변화 값 $((\text{Task}-\text{Rest1})/\text{Rest1} \times 100)$ 과 언어 과제 정답률 결과와의 상관관계를 계산하였다.

3. 결과

3.1 산소 농도 변화에 따른 혈중 산소 포화도 변화

Fig. 3과 같이 21%에 비해 30% 산소 공급일 때 혈중 산소 포화도는 증가하였다. 각 구간의 혈중 산소 포화도는 처음 6분간의 21% 산소공급 일 때 $96.8 \pm 0.8[\%]$, 10분간의 30% 산소 공급일 때 $97.4 \pm 0.7[\%]$, 8분간의 21% 산소공급 일 때 $96.9 \pm 0.8[\%]$ 이었다. 통계 분석 결과 30% 산소 공급일 때의 구간이 처음 6분간의 21% 산소 농도 일 때에 비해 ($F=17.5$ $p=0.01$) 그리고 나중 8분간의 21% 산소 농도 일 때에 비해 ($F=23.7$ $p=0.01$) 혈중 산소 포화도가 유의미하게 증가하였다.

3.2 언어 과제 수행 결과

21%와 30% 산소 농도에서 각각 언어 과제를 수행한 후 모든 실험 참여자의 정답률을 계산하였다. 21%에 비해 30% 산소 농도에서 10명의 실험 참여자 모두 정답률이 높게 나왔다. 평균 정답률은 21%와 30% 산소 농도에서 각각 $38.9 \pm 5.3[\%]$ 와 $52.2 \pm 6.5[\%]$ 이었고, Fig. 4와 같이 정답률에서 두 농도간의 통계적 유의차가 발생하였다 ($t=7.3$, $df=9$, $p=0.000$).

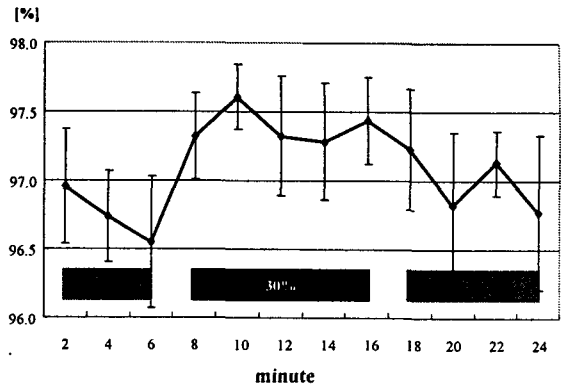


Fig. 3 Changes of blood oxygen saturation (SPO₂) due to supplied oxygen concentration

Accuracy [%]

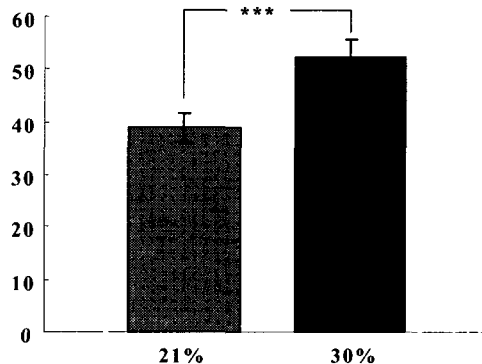


Fig. 4 Mean accuracy and statistical significance (***) ($p < 0.001$)

3.3 생리 신호 분석 결과

두 가지 산소농도에 따라 각 구간별 혈중 산소 포화도와 심박동율을 Fig. 5와 6에 나타내었다. Fig. 5에서와 같이 모든 구간에서 혈중 산소 포화도는 21%에 비해 30%일 때 증가하였다. 이것은 인지 처리가 요구되는 구간에서 21%에 비해 30%의 산소 공급 시 실제 혈중 산소 농도가 증가되어 뇌 활동에 보다 도움을 줄 수 있다는 사실을 의미한다. Table 1과 같이 그룹 (21%, 30%)과 구간을 독립변인으로 하는 ANOVA 분석을 수행하였다. 그룹 ($p < 0.05$)과 구간 ($p < 0.001$)에서 유의한 차이가 나타나 21%와 30% 산소 농도 사이에 그리고 구간별로

혈중 산소 농도가 유의미한 차이가 있다는 사실이 관찰되었다. 그리고 그룹과 구간의 상호작용 효과 ($p < 0.05$)가 관찰되어, 두 가지 산소 농도에 따라 혈중 산소 농도의 변화 양상이 차이가 있는 것으로 나타났다. 상호 작용 효과를 해석하기 위하여 단순 주 효과 분석을 실시한 결과, Fig. 5에서와 같이 Task와 Rest2 구간에서 두 그룹의 혈중 산소 포화도에 차이가 있었다.

Fig. 6에서와 같이 모든 구간에서 심박동율은 공급된 산소 농도에 따라 큰 차이가 없었다. Table 2와 같이 그룹 (21%, 30%)과 구간을 독립변인으로 하는 ANOVA 분석을 수행하였다. 그룹 ($p > 0.05$)에서는 유의한 차이가 없었으나 구간 ($p < 0.001$)에서는 유의한 차이가 나타나 구간별로 심박동율의 크기가 차이가 있다는 사실이 관찰되었다. 또한 그룹과 구간의 상호작용 효과는 없는 것으로 나타나 두 가지 산소 농도에 따라 심박동율의 변화 양상은 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p > 0.05$).

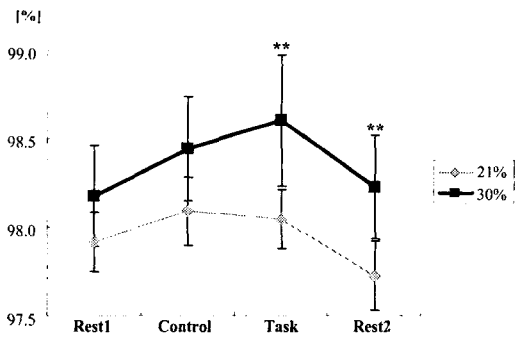


Fig. 5 Blood oxygen saturation (%) change during experimental phases (** $p < 0.01$)

Table 1 Statistical analysis results of blood oxygen saturation

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F
Group	3.47	1	3.47	6.79*
Phase	1.70	3	0.57	10.66***
Group×Phase	0.28	3	0.09	2.87*

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

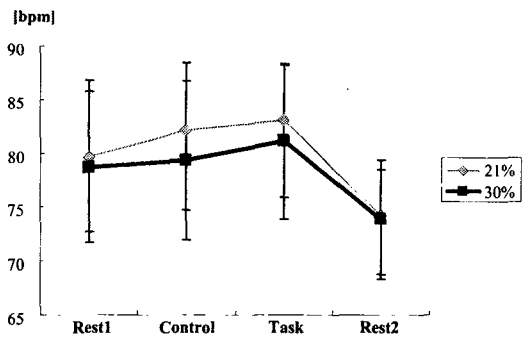


Fig. 6 Heart rate (bpm) change during experimental phases

Table 2 Statistical analysis results of heart rate

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F
Group	71.65	1	71.65	1.18
Phase	571.31	3	190.44	10.02***
Group×Phase	30.60	3	10.20	1.50

*** $p < 0.001$

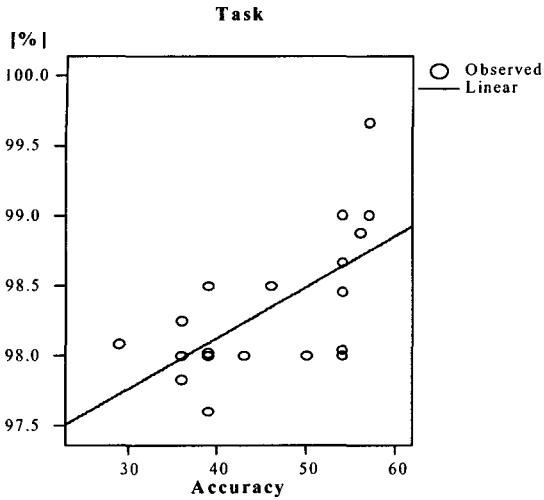
3.4 인지 능력과 생리 신호의 상관관계

Table 3과 같이 네 구간에서 구간별로 혈중 산소농도와 심박동율의 절대값과 언어 과제 정답률과의 상관 계수 (r value)를 계산하였다. 또한 Rest1 구간에 대한 Task 구간의 상대적인 생리 변화 값과 언어 과제 정답률과의 상관 계수를 계산하였다. Table 3과 Fig. 7과 같이 혈중 산소 농도는 Task 구간과 $((\text{Task}-\text{Rest1})/\text{Rest1} \times 100)$ 에서 언어 과제 정답률과 유의미한 양의 상관관계가 나타났다. 그러나 심박동율은 언어 과제 정답률과 상관관계가 나타난 곳이 없었다.

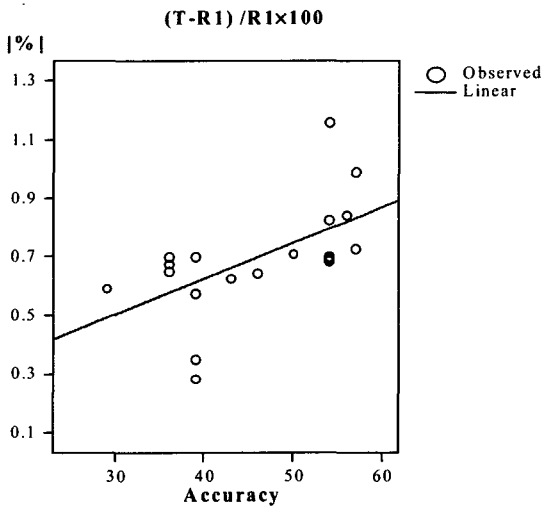
Table 3 Correlation between accuracy and physiological changes

	Rest1	Control	Task	Rest2	$\frac{(T-R1) \times 100}{R1}$
SPO ₂	0.38	0.38	0.64**	0.24	0.58**
HR	-0.15	-0.23	0.07	-0.21	0.01

R1: Rest1, T: Task, ** $p < 0.01$



(a)



(b)

Fig. 7 (a) Correlation between accuracy and blood oxygen saturation level in Task phase (b) Correlation between accuracy and change of blood oxygen saturation in Task relative to Rest1

4. 토의

본 연구는 일반 공기 중의 산소 (21%)에 비해

30%의 고농도 산소 공급이 언어 인지 능력에 어떠한 영향을 주는지에 대한 기초 연구를 과제 수행 능력과 생체신호 (심박동률, 혈중 산소 포화도) 결과를 비교하여 수행하였다. Moss⁵ 등은 100%의 산소 공급이 기억력을 증가시켰다고 보고하였다. 본 연구팀은 선행 연구에서 30%의 산소 공급이 공간 인지 능력 증가에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다.^{6,7} 본 연구에서도 30%의 산소 공급 시 언어 수행 능력이 유의미하게 증가하여, 30%의 산소가 언어 능력 향상에도 긍정적인 영향을 미친다는 결론을 도출할 수 있었다.

선행 연구에서 30%의 산소 공급이 뇌 활성화 양을 증가시켜 공간 인지 능력이 향상 되었다는 사실을 뇌기능 영상 결과 (fMRI)와 생리 신호 결과로부터 유도하였지만, 30%의 산소 공급으로 실제 혈중 산소 농도가 증가되어 뇌 활성화에 사용될 수 있었는지에 대한 검증이 없었다. 안정 상태에서 21%에 비해 30% 산소 공급으로 혈중 산소 포화도는 약 0.6[%] 유의미하게 증가하여, 본 연구에서 유발하고자 하였던 과 산소 환경을 조성할 수 있음을 증명하였다 (Fig. 3). 이것은 인지 처리가 요구되는 시점에서 21%에 비해 30%의 산소 공급이 실제 혈중 산소 농도를 증가시켜 뇌 활성화를 촉진시킬 수 있다는 사실을 의미하고, 본 연구팀의 선행 연구 결과를 뒷받침하는 증거가 될 수 있다.

언어 인지 수행 실험에서 구간별 혈중 산소 포화도 변화를 살펴보면, 두 가지 산소 농도에서 모두 구간별로 유의한 차이가 있었고, 안정 상태에 비해 인지 처리가 이루어지는 구간 (특히 Task 구간)에서 혈중 산소 포화도가 증가하였다. 이것은 인지 처리 수행 시 산소 요구량이 증가한다는 선행 연구 결과와 일치하는 것이다.^{4,10} 선행 연구에서 30%의 산소 공급으로 공간 과제 수행 구간의 혈중 산소 농도가 증가하였고, 수행능력도 증가하였다고 보고한 바 있다.⁷ 본 연구의 결과에서도 21%에 비해 30%의 산소를 공급할 때 인지 처리가 요구되는 Task 구간에서 혈중 산소 포화도는 유의미하게 컸고 (Fig. 5), 인지 수행 능력도 증가하였다. 이것은 뇌 신진대사가 활성화 되는 구간에서 21%에 비해 30%의 산소 공급이 실제 혈중 산소 농도를 증가시켜 뇌 활성화를 촉진시킬 수 있다는 사실을 다시 한번 증명하는 결과이다.

구간별 심박동률의 변화를 살펴보면, 두 가지 산소 농도에서 유사한 패턴을 보였지만, 구간별로

유의한 차이가 있었다. Rest 상태에 비해 인지 처리가 요구되는 구간에서 심박동율이 증가하였다. 이것은 인지 처리가 이루어지는 구간에서 심장 부하가 증가한다는 사실을 의미하고, 역시 인지 처리 수행 시 심박동율이 증가한다는 선행 연구 결과와 일치하는 것이다.^{2,4,10} 즉, 이것은 노력이 필요한 인지 처리는 자율신경계의 활성화를 수반된다는 것을 의미하는 것이다. 선행 연구에서 공간 인지 수행으로 심박동율이 증가되지만, 고농도의 산소 공급이 필요 산소량을 충분히 공급하여, 공간 인지 처리에 필요한 심박동율의 증가를 감소시킨다는 사실을 보고하였다.⁷ 그러나 본 연구에서는 고농도 산소일 때 심박동율이 작아지는 양상은 있었지만 두 산소 농도 간에 심박동율에 유의한 차이가 없었다. 이것은 데이터의 부족 (작은 피험자 수), 측정 생리 신호의 노이즈, 인지 유형의 차이 (공간, 언어) 등의 다양한 요인에 의해 발생 했을 수 있기 때문에 향후 심도 있는 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

인지 처리 수행 능력과 혈중 산소 농도의 변화량이 양의 상관관계가 있다는 보고가 있었다.^{5,10} 또한 blood glucose level의 변화량과 인지 처리 수행 능력은 양의 상관관계가 있다는 보고가 있었다.^{11,12} 즉, 안정 상태에 비해 인지 처리 수행 중에 혈중 산소농도와 blood glucose level의 변화량이 큰 사람이 인지 처리 수행 능력도 증가한다고 보고 되었다. 본 연구에서도 안정 구간에 비해 인지 처리 구간에서 혈중 산소 농도의 변화량이 큰 사람과, 인지 처리 구간에서 절대적으로 혈중 산소 농도가 높은 사람이 인지 처리 수행 능력도 증가한 것으로 나타났다. 이것은 혈중 산소 농도의 절대 값과 상대적인 변화 능력이 인지 처리 능력과 관련이 깊다는 사실을 강력히 의미하는 결과이다.

결론적으로 30% 고농도 산소 공급이 인지 처리 수행 시 혈중 산소 포화도를 증가시켜 언어 인지 처리에 긍정적인 영향을 미친다는 결론을 도출할 수 있다. 또한 인지 처리 수행 능력과 혈중 산소 농도의 절대 값과 변화량은 양의 상관관계가 있다는 사실을 확인하였다. 그러므로 본 연구는 21%와 30%의 산소 농도일 때 인지 처리 능력의 변화, 생리 신호의 변화, 인지 수행력과 생리 신호의 상관관계까지 관찰하여, 산소의 긍정적인 효과를 보다 객관적이고 신뢰성 있게 판단 할 수 있는 근거를 마련하였다. 향후 다양한 산소 농도에 대한 연구로

부터 인지 기능을 최대한 높일 수 있는 최적의 산소 농도를 찾는 연구가 필요할 것이다. 본 연구에서와 같이 인지 기능의 단기 효과 (10분 동안의 짧은 실험 시간) 뿐만 아니라 장기적으로 고농도의 산소가 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다. 학습, 추리, 지각, 정서 등의 다양한 인간의 인지 처리에 고농도의 산소 공급이 어떠한 변화를 유발하는지에 대한 연구도 필요할 것이다. 또한 고농도 산소 공급의 인지 기능에 대한 긍정적인 효과뿐만 아니라 인간의 다양한 신체적 및 정신적 부정적 효과에 대한 검증 연구도 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (R01-2004-000-10593-0) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Jonides, J., Schumacher, E.H., Smith, E.E., Lauber, E.J., Awh, E., Minoshima, S., Koepp, R.A., "Verbal working memory load affects regional brain activation as measured by PET," *J. Cog. Neurosci*, Vol. 9, pp. 462-475, 1997.
2. Turner, L.A., Carroll, D., "Heart rate and oxygen consumption during mental arithmetic, a video game, and graded exercise: Further evidence of metabolically-exaggerated cardiac adjustments," *Psychophysiology*, Vol. 22, pp. 261-267, 1985.
3. Wientjes, C.J.E., "Respiration in psychophysiology: Methods and applications," *Biol. Psychol*, Vol. 34, pp. 179-204, 1992.
4. Backs, R.W., Selijos, K.A., "Metabolic and cardiorespiratory measures of mental efforts: The effects of level of difficulty in a working memory tasks," *Int. J. Psychophysiology*, Vol. 16, pp. 57-68, 1994.
5. Moss, M.C., Scholey, A.B., "Oxygen administration enhances memory formation in healthy young adults," *Psychopharmacology (Berlin)*, Vol. 124, pp. 255-260, 1996.
6. Chung, S.C., Sohn, J.H., Kim, I.H., "The effect of highly concentrated oxygen administration on

- cerebrum lateralization of young men during visuospatial task," *J. of KSPE*, Vol. 21(8), pp. 180-187, 2004.
7. Chung, S.C., Sohn, J.H., Lee, B., Lee, S.Y., "Visuospatial cognitive performance, hyperoxia and heart rate due to oxygen administration," *J. of KSPE*, Submitted, 2004.
 8. Lee, S.R., "Intelligence test 151-Ga Type (High school students ~ adults)," Jungangjucksung Press, Seoul, Korea, 1982.
 9. Lee, S.R., Kim, K.R., "Aptitude test 251-Ga (High school students ~ adults)," Jungangjucksung Press, Seoul, Korea, 1985.
 10. Scholey, A.B., Moss, M.C., Neave, N., Wesnes, K., "Cognitive performance, hyperoxia, and heart rate following oxygen administration in healthy young adults," *Physiology & Behavior*, Vol. 67(5), pp. 783-789. 1999.
 11. Benton, D., Owens, D.S., Parker, P.Y., "Blood glucose influences memory and attention in young adults," *Neuropsychologia*, Vol. 32, pp. 595-607, 1994.
 12. Craft, S., Murphy, C., Wernstrom, J., "Glucose effects on complex memory and nonmemory tasks: The influence of age, sex, and glucoregulatory response," *Psychobiology*, Vol. 22, pp. 95-105, 1994.