

외부 산소 공급에 따른 인지 능력 변화

정순철¹, 이유진¹, 이정미², 손진훈², 김승철³

¹건국대학교 의과대학 의학공학부, ²충남대학교 심리학과, 뇌과학연구소
³(주)옥시큐어

Cognitive Performance Following Oxygen Administration

S. C. Chung¹, Y. J. Lee¹, J. M. Lee², J. H. Sohn², S. C. Kim³

¹Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Konkuk University

²Dept. of Psychology, Brain Research Institute, Chungnam National University

³Oxycure Co. Ltd.,

Abstract

산소는 인간의 신체 및 정신 활동에 필수적인 물질이며, 특히 뇌 기능에 중요한 역할을 수행한다. 본 연구에서는 일반 공기 중의 산소 농도 (21%) 환경에 비해 외부에서 고 농도 (30%)의 산소 공급이 인지 능력 중 특히 공간 지각 능력에 어떠한 변화를 유발하는지 관찰하고자 한다. 8명의 남자 대학생 (평균 23.5세)을 본 연구의 실험 참여자로 선정하였다. 21%와 30% 산소 농도를 각각 8L/min의 양으로 일정하게 공급할 수 있는 장치를 개발하여, 마스크를 통하여 실험 참여자에게 전달하였다. 공간 지각 능력 측정을 위해 각각 20 문항을 포함하는 두 개의 문제지를 제작하였고, 과제 수행 결과로부터 정답률과 평균 반응 시간을 산출하였다.

평균 정답률은 21%와 30% 산소 농도에서 각각 50.63 ± 8.63 과 62.50 ± 9.64 이었고, 두 농도 간의 통계적 유의차가 발생하였다. 평균 반응 시간은 21%와 30% 산소 농도에서 각각 6.60 ± 0.77 [sec]와 7.23 ± 0.69 [sec] 이었고, 두 농도 간의 통계적 유의차가 발생하지 않았다. 본 연구 결과로부터 외부에서의 고농도의 산소 공급이 공간 지각 능력 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 결론을 도출할 수 있다.

Key Words: Cognitive performance, Oxygen administration

1. 서론

산소는 인간의 생존에 필수적인 물질로서 신체 및 정신 활동에 필요한 에너지를 공급하는 역할을 한다. 대기 중의 산소 농도는 용적비로 약 21%이고, 이러한 환경에서 인간의 혈중 산소 농도는 95% 이상으로 유지된다. 산소 섭취

량이 부족하게 되면 운동 시에 생리 기능의 활성화에 의한 에너지 요구량에 대하여 공급이 충족되지 못하는 상태가 되어 피로가 유발된다. 또한 기초적인 대사에 필요한 에너지가 공급되지 않아 생체 내 저산소증으로 빈혈이나 장기 장애 등을 일으키기도한다 (Sung et al., 2002).

특히 산소는 인체에서 대사 작용이 가장 활발한 기관인 뇌 활동에 중요한 물질로서, 중추 신경계는 산소 부족에 가장 민감한 조직이며, 동맥혈 산소 분압의 저하는 주의력, 기억력, 의사결정 능력 등의 뇌기능에 변화를 초래하기도 한다. 인지 과제를 수행하는 동안 대뇌에 글루코스과 산소의 공급이 증가한다는 사실은 잘 알려져 있다. 반대로 hypoglycaemia (저 혈당) 일 때와 hypoxia (저 산소증) 일 때 인지 저하가 일어난다는 연구 결과도 있다. 또한 노화에 따른 인지 감소는 산소와 글루코스의 공급이 원활 하지 않기 때문에 발생한다는 사실도 보고 되었다.

Moss (1996) 등과 Scholey (1999) 등은 외부에서의 산소 공급이 단어를 기억 할 수 있는 능력에 어떠한 영향을 미치는지를 연구하였다. 단어 목록을 보여 주기 이전에 1분 동안 산소를 공급하고, 단어 목록을 제시한 후 10분 또는 24시간 이후에 기억한 단어수를 비교했을 때, 산소를 공급하지 않은 상태에 비해 산소를 공급 했을 때 기억해 낸 단어 수가 현격히 증가하였다고 보고하였다. 이러한 결과로부터 외부에서 부가된 산소 공급이 기억 형성에 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다. 또한 약속된 임의의 단어 (yes와 같은 간단한 단어)가 컴퓨터 모니터 상에 제시 되었을 때 반응 버튼을 가능한 빨리 누르게 한 과제를 수행했을 때도, 외부 산소 공급이 있는 경우 반응 시간이 빨라진다고 보고하였다.

이와 같이 산소는 인간의 신체 및 정신 활동에 필수적인 물질이며, 특히 뇌 기능에 중요한 역할을 수행한다. 또한 외부에서의 산소 공급이 인지 능력 중 기억력을 향상시킨다는 사실이 부분적으로 알려져 왔다. 그러나 외부에서의 산소 공급이 기억, 언어, 학습, 추리, 지각, 정서 등의 다양한 인간의 인지 기능에 어떠한 변화를 유발하는지에 대한 구체적이고 다양한 연구 보고는 아직까지 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 외부에서 고 농도 (30%)의 산소 공급 시 인지 능력 중 특히 공간 지각 능력에 어떠한 변화를 유발하는지 관찰하고자 한다.

2. 실험 방법

산소 공급 장치 및 실험 참여자

본 연구를 위해 일반 공기 중의 산소 농도인 21%의 산소와 30%의 고농도 산소를 각각 8L/min의 양으로 일정하게 공급할 수 있는 산소 공급 장치 (Oxy Cure Co.)를 개발하였다. 산소 공급 장치에서 발생된 산소는 마스크를 통하여 실험 참여자에게 전달되었으며, 실험 참여자는 어떠한 농도의 산소가 공급되는지 모르게 하였다. 뇌 손상의 경험이 없는 8명의 남자 대학생 (평균 23.5세)을 본 연구의 실험 참여자로 선정하였다.

공간 지각 과제의 문항 선정

공간 지각 능력 측정을 위한 문항 선정을 위해, 집단검사를 통하여 유사한 난이도의 문항을 포함하는 두 개의 문제지를 제작하였다. 자세한 선정 과정은 다음과 같다. 먼저 집단검사에 사용할 문제지를 구성하기 위하여 지능 진단 검사, 적성 진단 검사 그리고 일반 적성 검사 (General Aptitude Test Battery: GATB)로부터 공간 지각 능력을 측정할 수 있는 소검사들을 선정하였다 (이상로 1982; 이상로, 김정린 1985; 박수병 1985). 선정된 45 문항의 문제들로 구성된 문제지 A, B를 이용하여, 263명 (남: 143명, 여: 120명)의 대학생을 대상으로 집단검사를 실시하였다. A형 문제지를 푼 학생은 139명 (남: 77명, 여: 62명)이었으며, B형 문제지를 푼 학생은 124명 (남: 66명, 여: 58명)이었다. A, B의 총 90문항 각각에 대한 정답률 ((정답자수/응답자 수)×100)을 산출하여, 유사한 난이도를 보이는 문항들끼리 둘씩 짝을 지어 총 20쌍 (40문항)을 선정하였다. 그리고 20 문항이 포함되어 있는 두 개의 공간 지각 과제 문제지를 각각 제작하였다. 선정된 문항들은 38.69~90.79%의 정답률 범위에 있는 문항들이었다.

실험 설계 및 절차

21% 산소 농도 일 때 공간 지각 과제를 수행하는 회기와, 30% 산소 농도 일 때 과제를

수행하는 회기, 두 개 회기로 이루어진 실험을 설계하였다. 유사한 난이도끼리 짝지어 선정된 20쌍의 공간지각 문제들을 두 회기 (A, B양식)에 나누어 분포시킴으로써 회기 간에 문제 난이도의 차이가 없도록 하였다. 한 회기는 네 개 블록으로 구성되었으며, 각 블록은 통제 과제와 공간 지각 과제를 포함하도록 하였다. SuperLab 1.07 (Cedrus Co.)을 사용하여 제작된 통제 과제와 공간 지각 과제를 컴퓨터 모니터에 제시하였고, 실험 참여자는 자체 제작된 반응 버튼을 누르도록 하였다. 통제 과제에서는 1, 2, 3, 4의 네 개 숫자 중 화면에 제시되는 번호에 해당하는 버튼을 누르게 하였다 (블록 당 8번 시행), 공간지각 과제에서는 공간지각 문제들을 제시하고 각 문제의 정답에 해당하는 버튼을 눌러 반응하게 하였다 (블록 당 5번 시행). 또한 각 시행들이 한 블록 내에서 무작위로 제시되도록 하였다.

실험에 참여하기 전 실험 참여자들은 실험에 대한 전반적인 설명을 듣고 문제 유형을 익히기 위해 연습문제를 풀어 보도록 하였다. 산소 농도 21% 일 때 A양식의 문제를 풀었던 실험 참여자들은 산소 농도 30% 일 때 B양식을 풀도록 하였고, 산소 농도 21% 일 때 B양식의 문제를 풀었던 실험 참여자들은 산소 농도 30% 일 때 A양식을 풀도록 하였다.

각 실험 참여자는 두 개 회기 (21%와 30% 산소 농도)에 걸쳐 공간 지각 과제를 수행하고, 과제 수행 결과로부터 정답률 ((정답수/총문항수)×100)과 평균 반응시간 (화면에 문제가 제시된 후 반응 버튼을 누를 때까지의 평균시간)을 산출하였다.

3. 결과

21%와 30% 산소 농도에서 각각 공간 지각 과제를 수행한 후 모든 실험 참여자의 정답률과 반응 시간을 산출하였다. 21%에 비해 30% 산소 농도에서 8명의 실험 참여자 중 7명의 실험 참여자가 정답률이 높게 나왔고, 1명은 동일하게 나왔다. 평균 정답률은 21%와 30% 산소 농도에서 각각 50.63 ± 8.63 과 62.50 ± 9.64 이

었다. 그리고 그림 1(a)와 같이 정답률에서 두 농도간의 통계적 유의차가 발생하였다 ($p < .05$).

반응시간은 21%의 산소 농도일 때 5명의 반응 시간이 빨랐고, 30%의 산소 농도일 때 3명의 반응 시간이 빨랐다. 평균 반응 시간은 21%와 30% 산소 농도에서 각각 6.60 ± 0.77 [sec]와 7.23 ± 0.69 [sec] 이었다. 그림 1(b)와 같이 반응 시간에서는 두 농도간의 통계적 유의차가 발생하지 않았다 ($p > .05$).

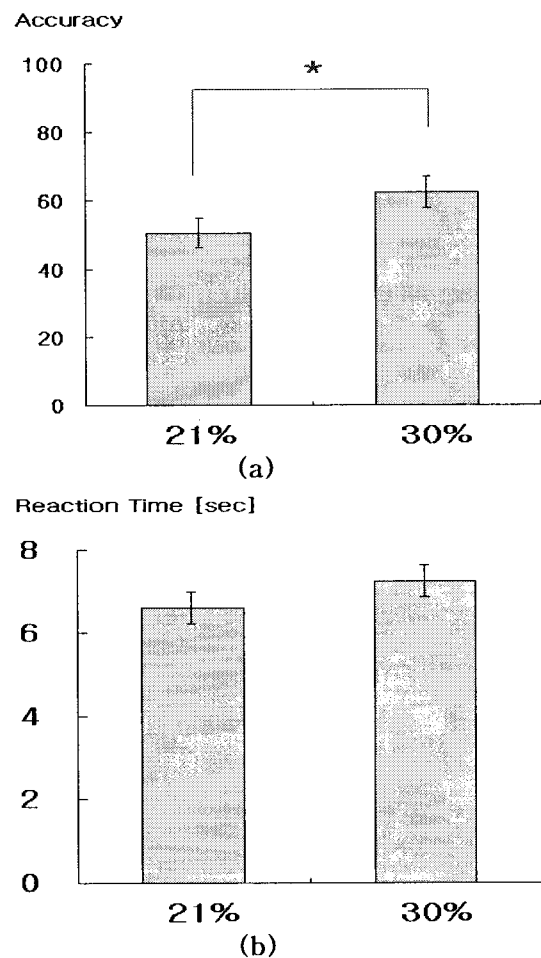


그림 1. 21%와 30% 산소 농도에서 정답률 (a)과 반응 시간(b)

4. 토의

본 연구에서는 일반 공기 중의 산소 농도 (21%) 환경에 비해 외부에서 고 농도 (30%)의 산소 공급이 인지 능력 중 특히 공간 지각 능

력에 어떠한 변화를 유발하는지 관찰하고자 하였다.

본 연구의 결과로부터 21%에 비해 30%의 산소 농도일 때 정답률이 증가하였고 통계적 유의차도 발생하였다. 그러나 반응시간은 두 농도간의 차이가 발생하지 않았다.

Moss (1996) 등과 Scholey (1999) 등은 외부에서의 산소 공급이 인지 능력 중 단어 기억력 증가에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였고, Scholey (1999) 등은 약속된 간단한 단어가 제시 될 때 반응 버튼을 가능한 한 빨리 누르게 한 과제를 수행했을 때, 외부 산소 공급이 있는 경우 반응 시간이 빨라진다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 외부에서의 고농도의 산소 공급이 인지 능력 중 공간 지각 능력 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 유사한 결론을 도출할 수 있었다. 그러나 본 연구의 결과에서는 두 개의 산소 농도간의 반응 시간이 차이가 없었다. 이러한 차이는 향후 보다 자세하고 심도 깊은 실험을 통해 규명되어야 할 것이다. 그러나 선행 연구에서는 “yes”와 같은 아주 간단한 단어를 제시하고 인지 반응 시간을 측정하는 것에 반해, 본 연구에서는 고도의 인지 기능을 필요로 하는 문제 (평균 정답률이 50-60점)를 제시하고 반응 시간을 측정하는 것이기 때문에, 두 연구 간에 인지 기능 유발의 난이도에 차이가 있다. 즉, 외부에서의 산소 공급으로 간단한 인지 기능은 빨라질 수 있지만, 보다 난이도가 높은 인지 기능 수행에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

본 연구에서는 두 가지의 산소농도, 즉 21%와 30%의 산소 농도일 때 인지 능력 중 특히 공간 지각 능력에 어떠한 변화를 유발하는지 관찰하고자 하였다. 그러나 향후 다양한 산소 농도에 대한 연구로부터 인지 기능을 최대한 높일 수 있는 최적의 산소 농도를 찾는 연구가 필요할 것이다. 언어, 학습, 추리, 지각, 정서 등의 다양한 인간의 인지 기능에 외부에서의 산소 공급이 어떠한 변화를 유발하는지에 대한 연구도 필요할 것이다. 또한 인지 기능의 난이도에 따른 반응 시간의 차이에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

This work was supported by a grant R11-2002-103 from Korea Science & Engineering Foundation

참고문헌

1. Moss, M. C. and Scholey, A. B. (1996), Oxygen administration enhances memory formation in healthy young adults, *Psychopharmacology* (Berlin) 124, 255-260.
2. Scholey, A. B., Moss, M. C., Neave, N. and Wesnes, K. (1999), Cognitive performance, hyperoxia, and heart rate following oxygen administration in healthy young adults, *Physiology & Behavior* 67(5), 783-789.
3. Sung, E-J., Min, B-C., Jeon, H-J., Kim S-C. and Kim, C-J. (2002), Influence of oxygen rate on driver fatigue during simulated driving, *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility* 5(1), 71-78.
4. 이상로 (1982) 지능진단검사 151-가형 (고등학교~성인용). 중앙적성출판사.
5. 이상로, 김경린 (1985) 적성진단검사 251-가 (고등학생~성인용). 중앙적성출판사.
6. 박수병 (1985) GATB (General Aptitude Test Battery): 진학, 직업 적성 검사 제 II형 (중, 고, 대학, 일반인용). 중앙적성출판사.