

# 고농도 산소 공급에 의한 오른쪽 이마엽의 활성화 변화

## Activation of frontal lobe by highly concentrated oxygen administration

김지혜<sup>1</sup>, 이승아<sup>1</sup>, 최미현<sup>1</sup>, 양재웅<sup>1</sup>, 연홍원<sup>1</sup>, 김영량<sup>2</sup>, 이태수<sup>3</sup>, 박세진<sup>4</sup>, 정순철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 의료생명대학 의학공학부, 의공학 실용 연구소,

<sup>2</sup>청주의료원 정신과, <sup>3</sup>서강대학교 기계공학과, <sup>4</sup>한국표준과학연구원

**Key words:** *Highly Oxygen Administration, Oxyhemoglobin, Deoxyhemoglobin*

### 1. 서론

인간의 뇌는 어떠한 기능을 수행하기 위하여 특정 부위의 뇌 신경 활동이 항진되면 이와 함께 그 부위의 국소적 뇌 혈류 및 대사가 증가하는 것으로 알려져 다(Bai, 2004). 즉, 인지 처리의 수행은 심박동률, 호흡, 산소 소모의 증가와 같은 생리 변화를 유발하며, 뇌의 특정 부분에 활성화가 나타난다(Backs and Selihos, 1994).

고농도 산소는 공간, n-back 과제 수행 시 정답률의 증가 및 반응 시간의 감소 같은 인지 수행 능력 향상을 나타냈다(Chung et al., 2007, 2008).

고농도 산소 공급에 따른 인지 수행 능력 향상을 직접적으로 규명하기 위해 뇌기능영상(functional magnetic resonance imaging, fMRI) 기법이 사용되었다. 공간 지각 과제 수행 시 일반 공기 중의 산소 농도 21%에 비해 30%의 고농도 산소 공급 시 이마엽, 마루엽, 뒤통수엽 영역 등의 활성화가 증가하였고, 정답률도 증가하였다(Chung et al., 2003). 이러한 뇌기능 영상 기법은 뇌의 특정 부분에 활성화가 일어나면 이곳에 혈류량과 조직 산소화 혈액량(oxyhemoglobin)이 증가하고, 이것을 영상화하여 기능 영상을 획득하는 것이다 (Chung et al., 1999). 그러나 뇌기능 영상 기법은 고가의 MRI(magnetic resonance imaging)장비를 사용하고, 제한된 좁은 공간에서 실험이 수행되어야 하는 등의 제한점이 있다. 이를 해결할 수 있는 간편한 비침습 방법 중의 하나가 광을 이용하여 이마엽 부위에서 조직 산소화 혈액량, 조직 탈산소화 혈액량(deoxyhemoglobin) 등을 직접적으로 측정하는 것이다(Lim, 1994)

본 연구에서는 간편한 산소 측정 장치를 이용하여 인지 과제 수행 시 고농도 산소 공급에 의한 이마엽의 활성화(조직 산소화 혈액량, 조직 탈산소화 혈액량) 변화를 규명하기 위한 기초 연구로, 92%의 고농도

산소 공급 시 오른쪽 이마엽(frontal lobe)의 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량의 변화를 관찰하고자 한다.

### 2. 연구 방법

호흡계 질환, 뇌질환, 말초 혈관 혈류 장애 등이 없는 20 대 남자 10 명(평균 25.4±1.3 세), 여자 5 명(평균 23.6±1.5 세) 총 15 명을 대상으로 실험을 수행하였다.

5L/min 의 유량으로 92%의 산소를 공급할 수 있는 산소 공급 장치(OXUS. Co, F501)를 사용하였으며, 산소 공급 장치에서 공급된 산소는 산소 마스크를 통해 실험 참여자에게 전달되었다.

본 실험은 고농도 산소 공급 전 안정 상태인 Rest 1 구간(3 분), 고농도 산소 공급 후 적응 상태인 Adaptation 구간(3 분), Hyperoxia 구간(3 분), 산소 공급이 중단된 후 안정 상태인 Rest 2 구간(5 분)으로 구성되었다. 오른쪽 이마엽에서 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량이 측정되었다.

산소측지기(Oxymeter, Omegawave BOM-L1)를 이용하여 오른쪽 이마엽에서 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량을 측정하였으며, 10Hz 의 sampling rate 로 AcqKnowledge 3.8.1 software 를 사용하여 데이터를 수집하였다. 전 구간에서 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량을 측정하였으며, 측정된 데이터는 각 구간별로 하나의 평균값을 산출한 후 Rest 1 값을 기준으로 정규화하였다. 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량이 구간별로 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위해 구간(Rest 1, Hyperoxia, Rest 2)을 독립 변인으로 하는 반복 측정 변량 분석(PASW ver. 18.0)을 수행하였다.

### 3. 연구 결과

조직 산소화 혈액량은 Rest 1 구간을 100 으로 설정했을 때, Hyperoxia 구간에서 142.7±41.7[%], Rest 2 구간에서

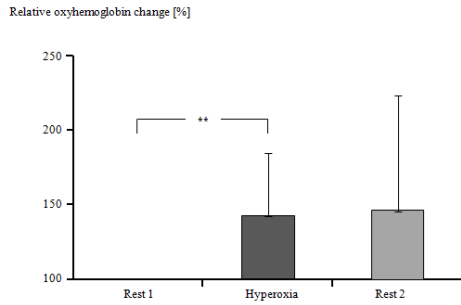


그림 1. 구간에 따른 조직 산소화 혈액량의 변화

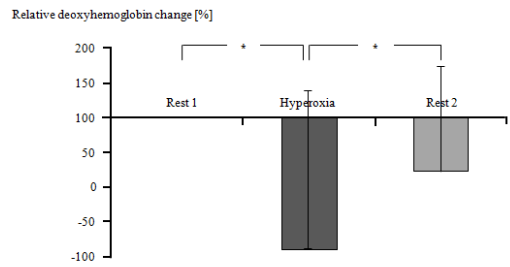


그림 2. 구간에 따른 조직 탈산소화 혈액량의 변화

147.6±76.1[%]로 상대적으로 증가하였고, 구간별로 유의한 차이가 나타났다(p=.008)(그림 1). Bonferroni 사후 검정 결과 Rest 1 구간과 Hyperoxia 구간 사이에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=.004).

조직 탈산소화 혈액량은 Rest 1 구간을 100으로 설정했을 때, Hyperoxia 구간에서 -87.6±227.2 [%], Rest 2 구간에서 24.3±150.6[%]를 나타내어 구간별로 유의한 차이가 나타났다(p=.003)(그림 2). Bonferroni 사후 검정 결과 Rest 1 구간과 Hyperoxia 구간(p=.035), Hyperoxia 구간과 Rest 2 구간 사이(p=.045)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

#### 4. 토의

본 연구에서는 92%의 고농도 산소 공급 시 오른쪽 이마엽의 조직 산소화 혈액량과 조직 탈산소화 혈액량의 변화를 관찰하고자 하였다.

본 연구팀에서는 젊은 성인 남자를 대상으로 외부에서 30%의 고농도 산소 공급 시 공간 지각 능력의 변화를 뇌기능영상기법을 이용하여 수행하였다(Chung et al., 2003, 2004, 2005). 일반 공기 중의 21% 산소 농도에 비해 30%의 고농도 산소 공급 시 공간 지각 능력과 고차 인지 기능을 담당하는 마루엽 부분과 이마엽 영역의 활성화가 증가하였고, 과제 수행 결과에서도 21% 산소 농도에 비해 30%의 고농도 산소를 공급했을 때 정답률이 증가하였다. 이는 고농도 산소 공급이 공간 지각 과제를 수행하는 동안 과제 수행에 필요한 산소 공급을 충분하게 하여 과제 수행에 필요한 신경망을 보다 활성화 시키게 되고, 그 결과로 과제 수행 능력도 증가한다는 것을 의미한다(Chung et al, 2004).

본 연구 결과는 고농도 산소 공급이 뇌의 조직 산소화 혈액량을 증가시켜, 실제 인지 처리 요구가 있을 때 사용될 수 있다는 것을 의미하는 것으로, 간편한 산소 계측 장치를 이용하여 뇌의 반응을 관찰할 수 있다는 사실을 뒷받침한다.

향후 본 산소 계측 장치를 이용하여 실제 인지 처리 시 고농도 산소 공급이 뇌의 이마엽의 조직 산소화 혈액량과 탈산소화 혈액량에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

#### 후기

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0072463)

#### 참고문헌

- Bai, S. J. (2004). Cortical Observation by fMRI. *The Korean Journal of Gastroenterology*, 10, 15–20.
- Backs, R.W., Selihos, K.A. (1994). Metabolic and cardiorespiratory measures of mental effort: the effects of level of difficulty in a working memory tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 16, 57–68.
- Chung, S.C., Song, I.C., Chang K.H., YU, B.K., Mun, C.W., Cho, Z.H. (1999). fMRI of Visual and Motor Stimuli: Difference of Total Activation Depends on Stimulation Paradigm, *Journal of the Korean Society of Magnetic Resonance in Medicine*, 3(1), 41–46.
- Chung, S.C., Kim, I.K., Lee, B., Lee, J.M., Shon, J.H., Kim, S.C. (2003). A study on visuospatial cognitive performance following oxygen administration using fMRI. *Journal of Biomedical Engineering Research* 24(4), 267–273.
- Chung, S.C., Shon, J.H., Kim, I.K., (2004). The effect of highly concentrated oxygen administration on cerebrum lateralization of young men during visuospatial task. *Journal of Korean Society of Precision Engineering* 21(8), 180–187.
- Chung, S.C., Shon, J.H., You, J.H., Eom, J.S., Lee, S.Y. (2005). Journal of the Korean Society of Magnetic Resonance in Medicine 9(9), 9–15.
- Chung, S.C., Kwon, J.H., Lee, H.W., Tack, G.R., Lee, B., Yi, J.H., Lee, S.Y. (2007). Effects of high concentration oxygen administration on n-back task performance and physiological signals. *Physiological Measurement*, 28, 389–396.
- Chung, S.C., Lee, B., Tack, G.R., Yi, J.H., Lee, H.W., Kwon, J.H., Choi, M.H., Eom, J.S., Sohn, J.H. (2008). Physiological mechanism underlying the improvement in visuospatial performance due to 30% oxygen inhalation. *Applied Ergonomics* 39, 166–170.
- Lim, H.S. (1994) A study on optical properties in biological tissue using a photon path diffusion model, *Journal of Biomedical Engineering Research* 15(3), 265–27.