

## 뇌파와 심전도를 이용한 진통제 효과의 정량적 측정

권치현<sup>1</sup>, 유병욱<sup>1</sup>, 이지현<sup>2</sup>, 김희수<sup>2</sup>, 김희찬<sup>3\*</sup>

1. 서울대학교 공과대학 대학원 협동과정 바이오엔지니어링전공
2. 서울대학교 의과대학 마취통증의학교실
3. 서울대학교 의과대학 의공학교실 및 서울대학교 의학연구원 의용생체공학연구소

## Quantitative Measurement of the Opioid Effect using Electroencephalographic and Electrocardiographic Parameters Change

C. H. Kwon<sup>1</sup>, B.W.Yoo<sup>1</sup>, J. H. Lee<sup>2</sup>, H. S. Kim<sup>2</sup>, H. C. Kim<sup>3\*</sup>

1. Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School,  
Seoul National University
2. Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine,  
Seoul National University
3. Department of Biomedical Engineering, College of Medicine  
and Institute of Medical & Biological Engineering, Medical Research Center,  
Seoul National University

[\\*hckim@snu.ac.kr](mailto:hckim@snu.ac.kr)

### Abstract

This study was aimed to investigate the quantitative parameters for the effect of the opioid analgesics which are administered to a patient during the operation. In order to evaluate the previously proposed electroencephalographic and electrocardiographic parameters such as ApEn and HRV, one channel EEG and ECG signals of a patient were acquired with fixed doses of the opioid analgesic. The ApEn and HRV value was analyzed before and after opioid administration. The results show that opioid analgesics could change the value of ApEn and HRV.

### 연구 배경

수술 중 마취 방법에는 크게 흡입 마취와 정맥 마취로 구분된다. 이 때, 충분하지 못한 마취는 수술 중 각성으로 인한 외상 및 스트레스를 유발할 수 있고, 과도한 마취는 호흡 장애 및 심박수와 혈압 저하, 심한 경우 사망까지 이를 수 있다 [1]. 그로 인해, 수술 중에는 적절한 마취 심도를 유지하는 것이 중요하다.

현재 수술 상황에서 마취 심도를 측정할 수 있는 지표로 Covidian社에서 개발한 BIS (Bispectral Index)가 많이 사용되고 있다.

Frontal lobe에서 측정된 뇌파를 이용한 이 지표는 생리학적인 기전이 아직 밝혀진 바가 없으며, 모든 약에 대해 공통된 반응을 보이지 않는다는 보고가 있다[2]. 수술 시 진통의 정도를 나타내주는 지표로 사용되는 것은 아직 미비한 실정이다.

진통의 정도를 나타내어 주는 지표로, 시스템의 혼란도를 계산해주는 ApEn (Approximate Entropy)[3]과 ECG의 심박 변이도 (Heart Rate Variability) 등이 사용될 수 있다고 알려져 있지만, 실제 수술 시에는 사용되지 못하고

있다. 본 연구는 실제 수술 시 사용 가능한 정량적인 진통 효과 지표 개발을 위한 예비 연구로서, 수술 시 진통제 투여에 따른 ApEn, HRV 값의 변화를 관찰하여, 이 지표들의 사용 가능성을 검증하고자 하였다.

### 연구 방법

ApEn은 시스템의 혼란도를 측정하는 지표로 진통제 투여량이 늘어날수록 뇌파의 형태가 규칙적으로 변하는 현상을 이용하여 이를 정량화한 것이다[4]. 따라서, 진통제 투여량이 많을수록 낮은 값을 나타낸다.

심박 변이도(HRV)는 심전도 파형의 RR interval의 변화율을 계산한 것으로, 자율 신경계에 따라 변하는 것으로 알려져 있다.[5]

수술 중 진통제의 유무에 따른 지표의 변화를 알아보기 위해, 진정제의 농도를 유지한 상태에서 진통제 주입 전과 후의 지표의 수치를 비교해 보았다. 진정제로 흡입 마취제인 Desflurane을 사용하였고, 6vol%로 농도를 일정하게 유지 시켜주었다. 진통제로는 마약류 진통제인 Sufentanil을 사용하였고, 마취 도중 환자에게 6ug/kg/hr로 투여하였다. 이 때 환자에게서 뇌파와 심전도를 측정하였다 (IRB 승인번호: H-1105-118-364, 임상연구등록번호: KCT0000522). 측정된 뇌파와 심전도 데이터에서 ApEn 값과 HRV 수치를 분석하여, 진통제 투여 전과 후의 수치를 비교해 보았다.

### 연구 결과

그림 1에서와 같이, 진통제 투여 전에는 ApEn의 값이 0.2580으로 높은 값을 나타내었다가, 투여 후 0.2006으로 값이 낮아졌음을 확인하였다. HRV 분석 결과에서는, 투여 전 평균 RR interval 값이 0.4035s에서 투여 후 0.6888s로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

결론적으로, 진통제 투여의 유무에 따라 ApEn의 수치와 HRV의 수치가 변함에 따라 정량적인 진통 효과 측정의 가능성을 보였으며, 향후 더 많은 데이터 획득과 분석을 통해 정량

적 진통효과 측정의 지표로 사용될 수 있을 것이라고 기대한다.

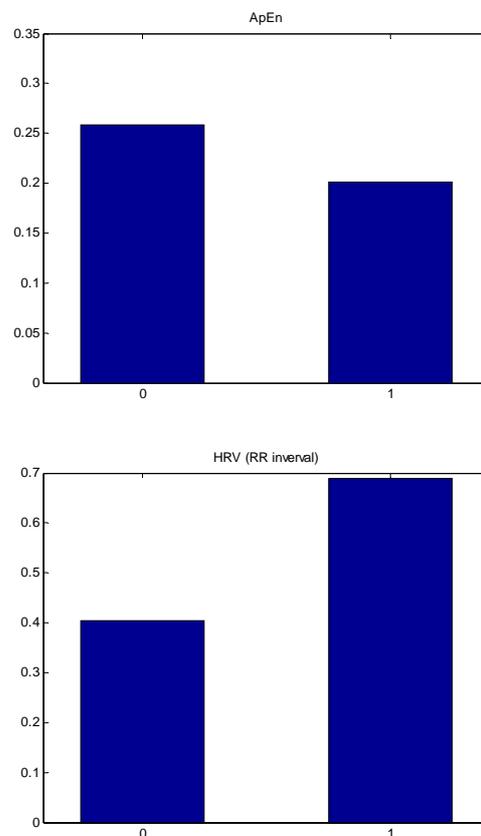


그림 1. ApEn과 HRV의 진통제 투여 여부에 따른 변화 (0 : 투여 전, 1 : 투여 후)

### Acknowledgements

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 수행된 연구임(No. 2005-2001287).

### 참고 문헌

- [1] S. K. Niemegeers CJ, Van Bever WF, and Janssen PA, "Sufentanil, a very potent and extremely safe intravenous morphine-like compound in mice, rats and dogs.," *Arzneimittelforschung*, pp. pp1551-6, 1976.
- [2] S. Sengupta, S. Ghosh, A. Rudra, P. Kumar, G. Maitra, and T. Das, "Effect of ketamine on bispectral index during propofol--fentanyl anesthesia: a randomized controlled study," *Middle East J Anesthesiol*, vol. 21, pp. 391-5, Oct 2011.

- [3] G. J. Noh, K. M. Kim, Y. B. Jeong, S. W. Jeong, H. S. Yoon, S. M. Jeong, S. H. Kang, O. Linares, and S. E. Kern, "Electroencephalographic approximate entropy changes in healthy volunteers during remifentanil infusion," *Anesthesiology*, vol. 104, pp. 921-32, May 2006.
- [4] 김보성, 이상익, 최성욱, 신혜원, 임혜자, 이혜원, 장성호, 윤석민, "Propofol 마취 시 근이완제의 투여가 Entropy에 미치는 영향," *Korean J Anesthesiol*, vol. 56, pp. 381-6, 2009 Apr.
- [5] T. W. Latson and D. O'Flaherty, "Effects of surgical stimulation on autonomic reflex function: assessment by changes in heart rate variability," *Br J Anaesth*, vol. 70, pp. 301-5, Mar 1993.