

Kapnografi: NİV İçin Teknoloji ve Uygulamalar

Dr. Necla DERELİ, Dr. Seda Banu AKINCI

Kapnografi anestezi sırasında solunum sistemi standart monitörizasyonu için zorunlu bir yöntem olarak ve acil servislerde endotrakeal tüp yerleşimini doğrulamak için kullanımı yanı sıra solunum yetmezliği olan hastalarda ventilasyon durumunu monitörize etmek, sedasyon veya analjezi uygulaması sırasında hastanın ventilasyonunun monitörizasyonu, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda devre bütünlüğünün takibi, kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında KPR etkinliğinin değerlendirilmesi, sirkülatuvar kollapsın ve havayolu rezistansı artışının erken tanınması için kullanılmaktadır (1-3). Kapnografinin NİV sırasında kullanımına özgün çok fazla çalışma olmamakla birlikte, NİV ile izlenen hastaların klinik seyirleri sırasında pek çok durumda kullanımı gerekmektedir (4-6).

KAPNOGRAFI GENEL ÖZELLİKLER

Kapnometri solunum havasındaki CO₂ konsantrasyonunun ölçümü, kapnometre her solunum siklusunda maksimum inspratuvar ve ekspiratuvar CO₂ konsantrasyonunu digital olarak gösteren alettir. Kapnograf ise CO₂ konsantrasyonunu sürekli olarak gösteren ve grafik şeklinde çizim yapan alettir.

Aslında kapnometre cihazı ikinci dünya savaşı sırasında denizaltılarda solunan havadaki CO₂ konsantrasyonunun ölçülmesi için icat edilmiştir. 1950'lerde deneysel olarak anestezi sırasında ekspire edilen CO₂'in ölçümü için kullanıldı. 1980'lerin başından beri kapnografi anestezi ve yoğun bakım pratiğinde yaygın olarak kullanılmaya başlandı (1). CO₂ monitörizasyonunda kullanılan dedektör çeşitlerine göre üç temel monitör çeşidi kullanılmaktadır:

- 1. Kolorimetrik CO₂ dedektörleri:** Bu dedektörler ekshale edilen karbondioksiti devamlı kantitatif veya semikantitatif olarak ölçer. Portable, ucuz, kolayca uygulanabilen tek kullanımlık monitörlerdir. Karbondioksit dedektörlerinin bu en basit formu invaziv mekanik ventilasyon uygulanacak olan hastalarda endotrakeal entübasyonun görsel olarak doğrulanmasını sağlayan, ekspiryum havasındaki CO₂'i tespit edebilen, pH sensitif aletlerdir. Ekspire edilen gazdaki CO₂'i kolorimetrik olarak yansıtan aletlerdir. Endo trakeal tüp gastrik asit veya diğer

nografinin elektronik burunların bir parçası haline geleceği düşünülmektedir. Bu sayede yapılan nefes analizi ve enerji tüketimi analizi gibi pek çok klinik durumda kullanılır olacaktır. Nanosensör aletlerindeki ve MEMS deki güncel gelişmeler sayesinde yapay koku alma sensör sistemleri geliştirildi ve elektronik burun (E Nose) ların portabl ve kompakt bir şekilde üretilmesini sağladı. Nefes analizörleri bir dizi respiratuar hastalıkların teşhis edilmesi için kullanılabilmesinin yanı sıra gastrik enfeksiyonları teşhis etmek, astım tedavisini monitörize etmek, diyabetik hastaları monitörize etmek, alkol tüketimini ve neonatal sarılığı değerlendirmek için kullanılır. Güncel soluk değerlendirmesi yapan sistemler volatil organik bileşiklerin tespit edilmesinde oldukça sensitiftir, böylece spesifik hastalıklar nefesteki parmak izlerinden tanınabilir (27). Karbondioksit solunum monitörizasyonu, mekanik ventilasyonun kontrolü, karbonmonoksit zehirlenmesi, sigara içicilerin tanınması yanı sıra ciddi sepsis, astım, KOAH, diyabetik ketoasidoz ve çeşitli kanser türlerinin tanısının konulması için de kullanılabilir.

Sonuç olarak kapnografi gerek NIV ile izlenen hastaların sıvı tedavisi ve mekanik ventilasyon izleminde, hastalık ayırıcı tanılarında, entübasyon veya kardiyopulmoner resüsitasyon gerektiğinde entübasyon veya resüsitasyon başarısını göstermede çok değerli olduğu gibi yakın gelecekte E-nose ve kalorimetre gibi cihazların bir parçası olarak hastaların çok yönlü değerlendirilmesinde ve izlenmesinde kullanılmaya başlanabilir.

Not Şekil 1,2 ve 3, 28 numaralı kaynaktan, Şekil 5, 5 numaralı kaynaktan, Şekil 6, 19 numaralı kaynaktan, Şekil 7, 29 numaralı kaynaktan esinlenerek çizilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Kodali, B.S. Capnography outside the operating rooms. *Anesthesiology*. 2013;118:192–201
2. Silvestri S, Ralls G.A, Krauss, B. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2005;45:497–503.
3. Neumar R.W, Otto C.W, Link M.S. Part 8: Adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010;122:S729–S767.
4. Manifold CA, Davids N, Villers LC, Wampler DA. Capnography for the nonintubated patient in the emergency setting. *J Emerg Med*. 2013 Oct;45(4):626-32.
5. Mieloszyk RJ, Verghese GC, Deitch K, et al. Automated quantitative analysis of capnogram shape for COPD-normal and COPD-CHF classification. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014 Dec;61(12):2882-90
6. Weihsu C, Jingying Y, Demin H, Yuhuan Z, Jiangyong W. End-tidal carbon dioxide concentration monitoring in obstructive sleep apnea patients. *Am J Otolaryngol*. 2011 May-Jun;32(3):190-3

7. MacLeod BA, Heller MB, Gerard J, Yealy DM, Menegazzi JJ. Verification of endotracheal tube placement with colorimetric endtidal CO₂ detection. *Ann Emerg Med* 1991;20(3):267-270.
8. Jaffe MB. Mainstream or Sidestream Capnography? Respironics, Inc. 2002. <http://www.oem.respironics.com/Downloads/Main%20vs%20Side.pdf>. Accessed July 22, 2016.
9. Jaffe MB. Using the features of the time and volumetric capnogram for classification and prediction *Journal of Clinical Monitoring and Computing* 31(1) · January 2016
10. Nassar BS, Schmidt GA. Capnography During Critical Illness. *Chest*. 2016 Feb;149(2):576-585.
11. Blanch L¹, Romero PV, Lucangelo U. Volumetric capnography in the mechanically ventilated patient. *Minerva Anestesiol*. 2006 Jun;72(6):577-85.
12. Moreira M.M, Terzi, R.G, Carvalho, C.H, et al. Alveolar dead space and capnographic variables before and after thrombolysis in patients with acute pulmonary embolism. *Vasc Health Risk Manag*. 2009;5:9–12.
13. Manara, A, D'hoore W, Thys, F. Capnography as a diagnostic tool for pulmonary embolism: a meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2013;62:584–591.
14. Hoffbrand, B.I. The expiratory capnogram: a measure of ventilation-perfusion inequalities. *Thorax*. 1966;21:518–523.
15. Strömberg, N, Gustafsson P.M. Ventilation inhomogeneity assessed by nitrogen washout and ventilation-perfusion mismatch by capnography in stable and induced airway obstruction. *Pediatr Pulmonol*. 2000;29:94–102.
16. Veronez L, Moreira M.M, Soares S.T et al. Volumetric capnography for the evaluation of pulmonary disease in adult patients with cystic fibrosis and noncystic fibrosis bronchiectasis. *Lung*. 2010;188:263–268.
17. Anderson, C.T, Breen, P.H. Carbon dioxide kinetics and capnography during critical care. *Crit Care*. 2000;4:207–215.
18. Isserles SA, Breen PH. Can changes in end tidal PCO₂ measure changes in the cardiac debi? *Anesth Analg* 1991;73:808-814
19. ERC Guidelines 2015 <https://ercguidelines.elsevierresource.com>
20. Monnet X, Bataille A, Magalhaes E. End-tidal carbon dioxide is better than arterial pressure for predicting volume responsiveness by the passive leg raising test. *Intensive Care Med*. 2013;39:93–100.
21. Fletcher R, Jonson B, Cumming G, Brew J. The concept of deadspace with special reference to the single breath test for carbon dioxide. *Br J Anaesth*. 1981 Jan;53(1):77-88.
22. Amyotrophic lateral sclerosis Lokesh C W and Nigel PL Orphanet *Journal of Rare Diseases* 2009, 4:3
23. Bourke SC, Bullock RE, Williams TL, Shaw PJ, Gibson GJ. Noninvasive ventilation in ALS: Indications and effect on quality of life. *Neurology (American Academy of Neurology)* 2003 July 22 Vol 61(2)

24. Schafer T, Burmann-Urmanek M, Glaser S. Capnography in sleep medicine, a multi-center study. *Somnologie*. 1999;3:3-13 <https://link.springer.com/article/10.../s11818-999-0001-z>
25. Janssons JP, Heritier Praz A, Staneczek O. *Agreement between daytime measurement of arterial blood gases (ABG), nocturnal pulse-oximetry (NPO) and transcutaneous capnography in home mechanical ventilation*. *Eur Respir J* 2002;20:155S
26. Zwerneman, K. End-tidal carbon dioxide monitoring: a VITAL sign worth watching. *Crit Care Nurse Clin North Am*. 2006;18:217–225.
27. Julian W.Gardner, Timoty A.Vincent *Electronic Noses for Well-Being: Breath Analysis and Energy Expenditure Sensors* 2016, 16,847
28. Hedenstierna G, Sandhagen B. Assessing dead space. A meaningful variable? *Minerva Anesthesiol*. 2006 Jun;72(6):521-8.
29. Gerarado T, Fernando S.S, Stephan H B. Rationale of Dead Space Measurement by Volumetric Capnography *Anaesthesia Analgesia* 2012 Apr;114(4):866-74