



Genel Anesteziye Sevofluran'ın EEG Güç Spektrumu Üzerindeki Etkileri ve Anestezi Derinliğine Duyarlı Değişkenler Effects of Sevoflurane in General Anesthesia on EEG power spectrum and anesthesia depth oriented variables

Yrd.Doç.Dr.Cevat Ünal¹, Yrd.Doç.Dr.Ömer Eskidere¹, Yrd.Doç.Dr.Mustafa Tosun²

¹Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi
Bursa Orhangazi Üniversitesi

cevat.unal@bou.edu.tr, omer.eskidere@bou.edu.tr

²Elektrik Elektronik Mühendisliği, Simav Teknoloji Fakültesi
Dumlupınar Üniversitesi

mustafa.tosun@dpu.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada ana konu sevofluran kullanılan genel anesteziye EEG güç spektrumundaki değişimleri tesbit etmek ve anestezi derinliği konusunda anlamlı değişimler gösteren değişkenleri belirlemektir. Sevofluran anestetik indüksiyon için uygun bir ajan olarak önerilmektedir. Veriler toplam 25 hastadan alınan kayıtlardan oluşturulmuştur. Operasyon boyunca kan basıncı, nabız ve sevofluran ajan oranı kaydedilmiştir. Yine operasyon boyunca sürekli EEG kaydı yapılmıştır.

Seçilmiş 10 sn süreli EEG dilimlerinin 1-50 Hz frekans aralığına karşılık gelen güç spektral yoğunluğu kullanılmıştır. İncelenen EEG parametreleri sevofluran anesteziinde anestezi derinliği ile korelasyon göstermektedir. Bu çalışma EEG güç spektrumunun sevofluran anesteziinde anestezi derinliğinin potansiyel olarak kullanışlı ölçütü olduğunu teyit etmektedir. Sevofluran uygulandıktan sonra EEG güç spektrumunda ciddi değişimler meydana gelmektedir. Toplam güç ve özellikle düşük frekans güçleri ciddi oranda artış göstermektedir. Fakat beta ve gama bantı frekanslarının tümünün güçleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: EEG Güç Spektrumu, Sevoflurane Anestezi, Anestezi Derinliği.

Abstract

The main subject in this study is to monitor the changes of EEG power spectrum during sevoflurane general anesthesia and to determine the variables which show meaningful changes for anesthetic depth. Sevoflurane has been suggested as a suitable agent for anesthetic induction. The data base was constructed of the records from a total of 25 patients. During the operation blood pressure, heart rate and sevoflurane agent ratio were recorded. Additionally, EEG recordings are taken continuously during the operation.

The power spectral density values corresponding 1-50 Hz frequency interval of the selected EEG slices which has 10 seconds of time interval is used. Investigated EEG

parameters show correlations with anesthetic depth in sevoflurane anesthesia. This study confirms EEG power spectrum as potentially useful measures of anesthetic depth in sevoflurane anesthesia. After the induction of sevoflurane, power spectrum of EEG is changed sharply. Total power and low frequency powers are increased sharply. But the beta and gamma band frequencies are decreased totally.

Keywords: EEG Power Spectrum, Sevoflurane Anesthesia, Depth of anesthesia.

1.Giriş

Günümüzde genel anestezi altında yapılan operasyonlarda hastanın monitörizasyonu amacıyla EEG'nin kullanımı yok denebilecek düzeylerde. Halbuki EEG hastanın anestezi derinliği veya bilinçsizlik durumu konusunda sağlıklı bilgi alınabilecek çok önemli bir veridir. Ameliyat ortamlarında EEG cihazının bulunmaması nedeniyle bu verinin alınması konusunda büyük zorluklar yaşanmıştır. Ayrıca genel anestezi anında monitörizasyon amacıyla EEG'nin kullanımı durumunda 8 gibi az sayıda kanaldan alınan bipolar kayıt yeterli olmaktadır. Maddi imkanların daha iyi olması ve yeterli personelin bulunmasıyla EEG genel anestezi monitörizasyonunda kullanılmaya başlanacaktır.

Kayıt alınan 25 adet hastanın tümünün EEG kaydı incelenmiş ve kullanılabilir olan değişken ve parametreler belirlenmeye çalışılmıştır. Anestezi ile beraber EEG'nin 1-50 Hz spektral bölgesinin toplam gücünde büyük bir artış gözlenmiştir. Bu artışın oranı standart değildir. Bundan dolayı incelenecek olan frekans bantlarının güçleri yerine güç yüzdelerinin değişimi üzerinde çalışılmıştır.

Sevofluran uygulanmasıyla beraber beta-2 bantı güç yüzdesi azalmakta, delta, teta, alfa ve beta-1 bantlarının güç yüzdeleri ise artmaktadır. Bu ise EEG sinyalinde frekans azalmasına işaret etmektedir.

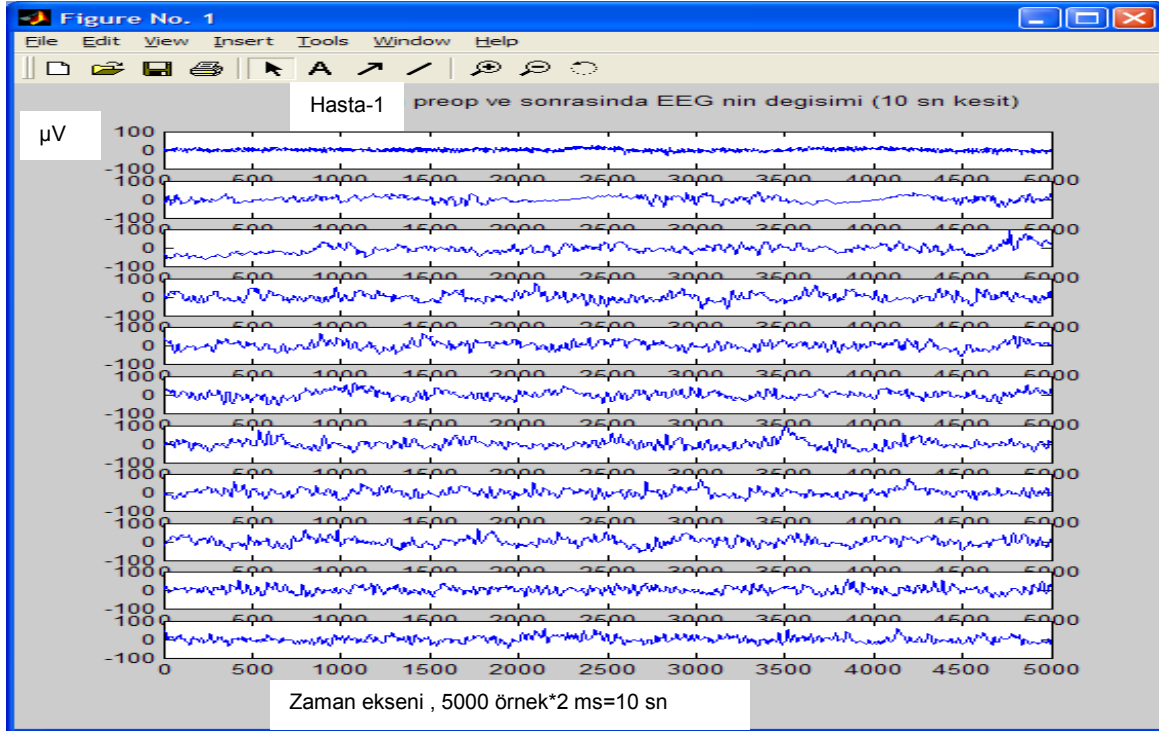
EEG işaretinin güç spektral yoğunluğunun elde edilmesi için fourier dönüşümü kullanılmaktadır. Böylece EEG işareti içindeki frekans bileşenleri elde edilebilmektedir. EEG işareti mikrovoltlar seviyesinde olduğu için fourier dönüşümünden sonra frekansa karşılık voltaj değerleri şeklinde bir sonuç alınmaktadır. Fourier dönüşümü kompleks değerler verdiği için frekans spektrumu genel olarak dönüşümün mutlak değerinin alınması veya mutlak değerinin karesinin alınması yoluyla incelenmektedir. İşaret kompleks bir işaret olması nedeniyle eşleniğiyle çarpılarak mutlak değerinin karesi yani güç spektrumu elde edilebilmektedir.

EEG ham verisi ayrık (discrete) bir işarettir. İşaret 2ms ile örneklenmiştir. Fourier dönüşümünde $x(n)$ ayrık-zaman işaretinin fourier dönüşümü $X(k)$ şeklindedir [1, 2, 3].

2. Materyal ve Metodlar

EEG verisinin çözülmesi için MATLAB 6.5 programı kullanılmıştır. Text formatında olan örneklenmiş EEG verisi MATLAB programı tarafından matrisel formda tanınmaktadır. EEG verisi 2msn periyotla örneklenmiştir.

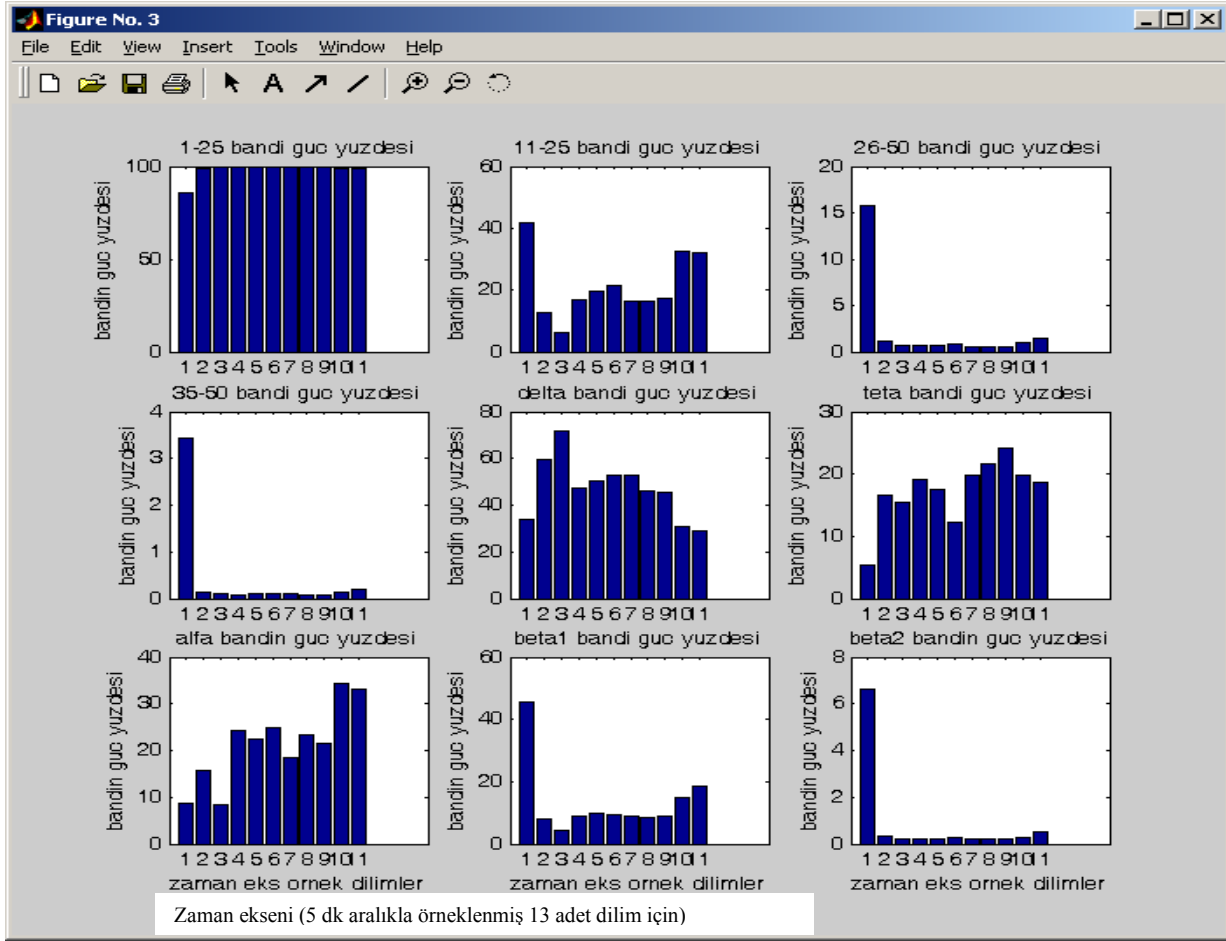
FFT kullanılarak elde edilen spektral güç yoğunluğu matrisinden 1-50 Hz bölgesine ait değerler ayrılmakta, daha sonra ise hastanın diğer verilerinin alındığı zaman aralıklarına denk gelen 10 msn uzunluğunda EEG verisine ait dilimlere karşılık gelen 1-50 Hz güç değerleri tüm verinin içinden ayıklanmaktadır. Şekil 1'de bir hastaya ait veri alınan zaman dilimine denk gelen EEG dalga şekilleri görülmektedir. Şekil 1'de 11 adet zaman sıralı ve periyodik örneklenmiş EEG işareti görülmektedir. Birinci işaret uyanık duruma ait işarettir. Dolayısıyla 6. sıradaki örneklenmiş işaret operasyonun ortalarına denk gelmektedir.



Şekil 1: Hasta-1 için veri örnekleme anlarına karşılık gelen 10 sn lik EEG kaydı

Şekil 2'de ise bu EEG dalga şekillerinin çözülmesi ile değişik frekans bantları için elde edilen yüzdesel değişim grafiği görülmektedir. Bu grafiklerden anestezi derinliği konusunda yorumlar çıkarmak ve anestezi derinliğinde sığlaşma olması durumunda bunun işaretlerini yakalayabilmek mümkün olabilmektedir. Bu çalışma bütün hastalar için tekrarlanmış ve anestezi derinliğini belirleme açısından kullanılması doğru olacak parametreler ve değişkenler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda EEG verisinden elde edilen alfa oranı, beta oranı, 1-25 Hz güç yüzdesi ve 25-50 Hz güç yüzdesinin kullanılmasına karar verilmiştir.

1-25 Hz güç değerleri anestezi öncesiyle karşılaştırıldığında güç değerlerinde global bir artışın olduğu açıkça görülmektedir. 1-25 Hz bölgesinin toplam gücünün 1-50 Hz toplam gücü içindeki yüzdesi hesaplanarak anestezi öncesiyle anestezi anına ait değerler karşılaştırıldığında yüzdesel olarak bu bölgede bir artışın gerçekleştiği tüm hastalarda doğrulanmıştır. Anestezi derinliğinin azaldığı anlardaki değerler diğerleriyle karşılaştırıldığında anestezi derinliğinin azalmasıyla beraber bu spektral bölgenin toplam gücünün yüzdesinde azalma olduğu görülmüştür.



Şekil 2: Hasta-1'e ait olan Şekil 1 de yer alan EEG dalga şekillerine karşılık gelen değişik frekans bantlarına ait band gücünün yüzdesel değişim grafikleri

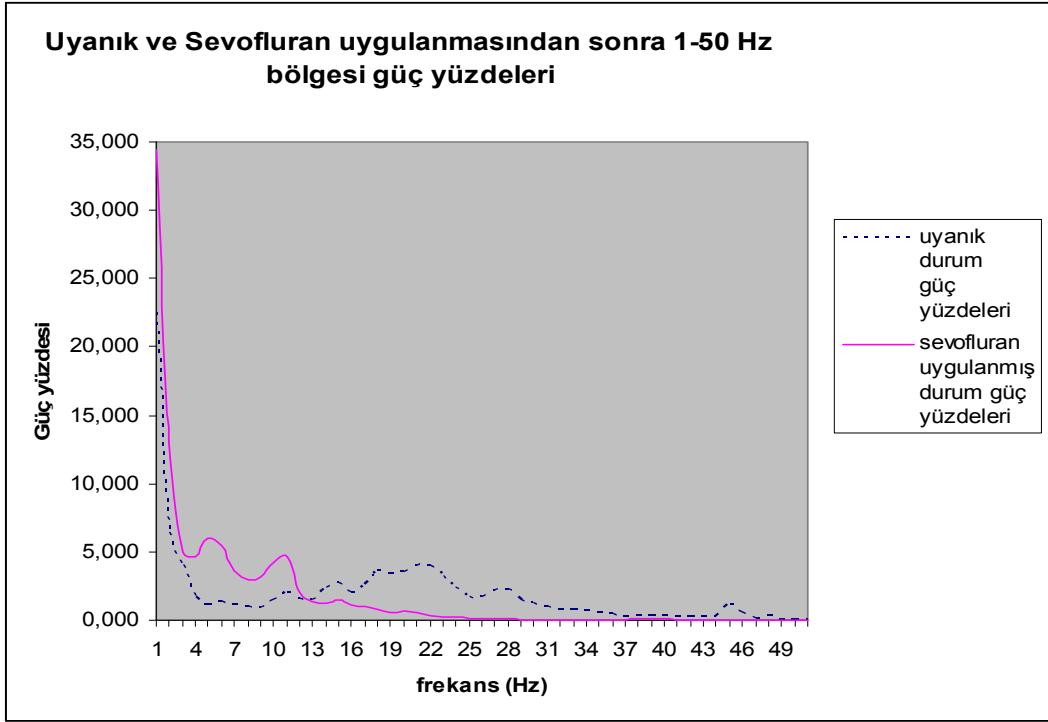
26-50 Hz güç değerleri anestezi öncesiyle karşılaştırıldığında güç değerlerinde global bir azalma olduğu açıkça görülmektedir. 26-50 Hz bölgesinin toplam gücünün 1-50 Hz toplam gücü içindeki yüzdesi hesaplanarak anestezi öncesiyle anestezi anına ait değerler karşılaştırıldığında yüzdesel olarak bu bölgede bir azalmanın gerçekleştiği tüm hastalarda doğrulanmıştır. Anestezi derinliğinin azaldığı anlardaki değerler diğerleriyle karşılaştırıldığında anestezi derinliğinin azalmasıyla beraber bu spektral bölgenin toplam gücü yüzdesel olarak artmıştır.

3. Sonuçlar ve Değerlendirme

Sevofluran uygulandıktan sonra EEG güç spektrumunda ciddi değişimler meydana gelmektedir. Toplam güç ve özellikle düşük frekans güçleri ciddi oranda artış göstermektedir. Şekil 3 bunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. EEG'de yüksek frekanslar azalmaktadır. EEG güç spektrumunu toplam güce oranı şeklinde değerlendirirsek uyanık durumda yüksek frekanslarda yer alan güç yüzdelilerinin anestezi sonrasında neredeyse sıfırlandığı görülmektedir. Anestezi uygulandıktan sonra düşük frekans güç oranları ciddi oranda artmaktadır. Şekil 3'de bu durum görülmektedir.

Operasyonlarda cerrahın hastanın geldiği yani anestezi derinliğinin azaldığı şeklinde uyarıda bulunduğu anlar not alınmış ve bu ana ait EEG güç spektrumu incelendiğinde 1-25 Hz bölgesi güç toplamının 1-50 Hz bölgesi güç toplamına oranında ciddi bir azalma olduğu görülmüştür. Bu durum 1-25 Hz bölgesi güç oranının Sevofluranın oluşturduğu anestezi derinliğiyle doğru orantılı olduğunu göstermektedir. 26-50 Hz bölgesi toplam gücünün 1-50 Hz bölgesi toplam gücüne oranı ise hastanın uyanmaya başladığı uyarısı alındığı anda ciddi oranda artmış olduğu görülmektedir. Bu durum 26-50 Hz bölgesi güç oranının Sevofluranın oluşturduğu anestezi derinliğiyle ters orantılı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak tüm hastalarda sevofluran anestezi derinliğinin az olduğu operasyonun başlangıç ve bitiş anlarında bu tesbitlerin geçerli olduğu gözlemlenmektedir. Anestezi derinliği ile beraber verdiği tepkiler açısından delta, teta, alfa, beta-1 ve beta-2 bantları ile 1-25 Hz bölgesi ve 26-50 Hz bölgesinin güç yüzdelilerindeki değişim tüm hastalar için incelenmiştir. Genel olarak tüm hastalarda beta-2 bantı (30-50 Hz) ve 26-50 Hz bantının güç yüzdesi anestezi derinliği ile ters orantılı olarak değişim göstermiştir.



Şekil 3: Hasta için uyanık ve Sevofluran uygulanmış durumlar için güç yüzdese spektrumu

1-25 Hz bölgesinin güç yüzdesi ise anestezi derinliği ile beraber artış göstermiştir, yani anestezi derinliği ile doğru orantılıdır. Bu değişken de anestezi derinliği açısından iyi bir göstergedir. Literatürde tanımlı olan “alfa oranı” ve “beta oranı” parametrelerinin de anestezi derinliği açısından anlamlı birer değişken olduğu görülmüştür.

Sevofluran anestesizinin EEG üzerinde meydana getirdiği değişimleri çalışmada inceleyen Vakkuri [4], inhalasyon anesteziklerinin çoğunda artan dozla beraber EEG ortalama frekansı ve genliğindeki değişimlerin belirli benzerlikler gösterdiğini ifade etmekte; düşük dozların Beta bölgesinin gücünde bir artışa neden olduğunu (özellikle frontal bölgelerde), ve Alfa bölgesi gücünde bir azalmaya neden olduğunu, ve genlikler küçük olduğunu; anestezi dozunun artırılmasının EEG'nin ortalama frekansının Teta ve Delta bölgesine doğru azalmasına, genliğin de artmasına neden olduğunu belirtmektedir. Bu tespitlerin bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile tamamen örtüştüğü görülmektedir.

Baars makalesinde [5] anestezi uygulandıktan sonra bilincin kaybıyla 26-50 Hz bandı aktivitesinde belirgin bir düşüşle beraber daha yavaş dalgalarda bir artışın meydana geldiğini ve güçte büyük bir artışın meydana geldiğini ifade etmektedir. Çalışmamızda istisnasız bütün hastalar için bu değişim gözlenmiştir.

Kaul ve arkadaşları [6], anestezi derinleştikçe EEG frekans dağılımının yüksek frekanslardan düşük frekanslara doğru kaydığını, derinlik azaldıkça ise düşük frekans aktivitesindeki azalmaya karşılık yüksek frekans aktivitesinin artacağını belirtmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Kaul ve arkadaşlarının makalelerinde belirtilen bu tespitlerle uyumaktadır.

Çalışmalarında anestezi indüksiyonu esnasında bilinç kaybı sırasında 1.5 Hz – 25 Hz bölgesi boyunca mutlak güçte global bir artış olduğunu ve bilincin geri dönmesi sırasında bu bölgedeki gücün azaldığını fakat tam olarak tersi gelişme olmadığını, Gamma bölgesinde ise (25-50 Hz) bilinç kaybı sırasında güçte global bir azalma olduğunu ve bu değişimin bilincin geri gelmesi sırasında hızla ve özellikle de Gamma 2 de (35-50 Hz) terslenmekte olduğunu John ve arkadaşları [7] belirtmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile John ve arkadaşlarının yorumları birbirini desteklemektedir.

4. Kaynakça

- [1] AKAY M., “Biomedical Signal Processing”, Academic Press, 1994.
- [2] YAZGAN E. Ve KORÜREK M., Tıp Elektronik İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü sayı:1574, 1996.
- [3] OPPENHEIM A. AND SCHAFER R., “Discrete-Time Signal Processing”Prentice Hall 1989
- [4] VAKKURI A., “EFFECTS OF SEVOFLURANE ANESTHESIA ON EEG PATTERNS AND HEMODYNAMICS”, Academic Dissertation, Department
- [5] BAARS J.B., The Brain Basis of a “Consciousness Monitor”: Scientific and Medical Significance, Consciousness and Cognition 10 (2001).
- [6] KAUL H.L. and BHARTI N., “Monitoring depth of anesthesia” Indian J. Anaesth.46(4):323-332 2002
- [7] JOHN E.R., “A Field Theory of Consciousness”, Consciousness and Cognition 10, 184-213, 2001.