

# Doğumsal Kalp Hastalıklarında Operasyon Sonrası İzlemede Holter Monitörizasyon ve Kalp Hızı Değişimi (Zaman Parametreleri)

## HOLTER MONITORING AND HEART RATE VARIABILITY (TIME DOMAIN PARAMETERS) AFTER CONGENITAL HEART SURGERY

Timur MEŞE\*, Gül SAĞIN SAYLAM\*\*, Nurettin ÜNAL\*\*\*, Suphi HÜDAOĞLU\*\*\*\*, Adnan AKÇORAL\*\*

\* Dr., Dr.Behçet Uz Çocuk Hastanesi, Pediatrik Kardiyolog,

\*\* Prof.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Pediatrik Kardiyoloji BD,

\*\*\* Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD, Pediatrik Kardiyoloji BD, İZMİR

\*\*\*\* Dr., Lefkoşa Pediatrik Kardiyolog, KIBRIS

### Özet

**Amaç:** Kalp Hızı Değişimi kalbin otonomik nöral disfonksiyonu göstermek için invaziv olmayan bir tekniktir. Azalmış kalp hızı değişimi kötü prognoz ile ilişkilidir. Doğumsal kalp hastalıklarında operasyon sonrası bu alanda yapılmış sınırlı çalışma vardır. Bu çalışmada ciddi ventriküler disritmi riskinin kalp hızı değişimi (zaman parametreleri) ile belirlenmesinin amaçlanmıştır.

**Materyal ve Metod:** Tam düzeltme sonrası Fallot tetralojili 20 olgu, ventriküler septal defektleri transatriyal 10, transventriküler yolla kapatılan 14, sekundum atriyal septal defektlerinin onarımı yapılan 6 olgu olmak üzere toplam 50 olgu ve kontrol grubu olarak benzer yaş grubunda sağlıklı 20 olguda Holter monitörizasyon ve sinyal ortalama elektrokardiyografi(SAEKG) ile kalp hızı değişimi zaman parametreleri değerlendirilmiş ve disritmi riski araştırılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya alınan olguların hiçbirinde Lown Grade 2 üzerinde ventriküler disritmi saptanmamıştır. Operasyon yaşları  $4.3 \pm 2.1$  yaş (2-10 yaş) ve ameliyat sonrası izlem süreleri  $3.1 \pm 1.4$  yıl (1-6yıl) olan Fallot tetralojili olguların Holter kayıtlarından elde edilen uzun süreli kayıtlarda kalp hızı değişimi zaman parametrelerinden SDNN'nin disritmi riskinde artış belirticisi olarak azalmış olduğu saptanmıştır.

**Sonuç:** Bulgular postoperatif dönemde asemptomatik opere Fallot tetralojili olguların potansiyel ciddi ventriküler disritmi yönünden noninvaziv tekniklerle düzenli olarak takip edilmelerini ve seçilmiş vakaların elektrofizyolojik çalışmalarının gerektiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Ventriküler disritmi, Holter monitörizasyon, Sinyal ortalama elektrokardiyografi, Geç ventrikül potansiyelleri, Kalp hızı değişimi

T Klin Kardiyoloji 2003, 16:401-406

### Summary

**Purpose:** Heart rate variability (HRV) provides a noninvasive index of autonomic dysfunction. Reduced HRV is related with poor prognosis. Dysfunction of the cardiac autonomic nervous system after congenital heart repair is not fully studied. Prediction of the risk of serious ventricular dysrhythmias as a potential complication after anatomically and physiologically corrective surgery for congenital heart diseases with HRV (time domain parameters) was aimed in the study.

**Materials and Methods:** Twenty children with corrective surgery for tetralogy of Fallot, 24 children with ventricular septal defect, and 6 children with secundum atrial defects were enrolled in the study. Twenty healthy children served as controls. Risk of ventricular dysrhythmia was evaluated with Holter monitoring and signal averaged electrocardiography with heart rate variability parameters.

**Results:** Twenty children who have corrective surgery for tetralogy of Fallot were operated at age  $4.3 \pm 2.1$  (2-10 years) and following -up  $3.1 \pm 1.4$  (1-6years) were enrolled in the study. Decrease at SDNN; A heart rate variability time domain parameter for prediction of increased risk of ventricular dysrhythmia observed from short term recordings. Any ventricular dysrhythmia greater than Lown Grade 2 was not detected.

**Conclusion:** A decrease in heart rate variability, particularly in asymptomatic tetralogy of Fallot cases, after repair must be followed-up regularly by noninvasive methods for ventricular dysrhythmia and elective electrophysiologic study must be carried out for dysrhythmia management.

**Key Words:** Ventricular dysrhythmia, Holter monitoring, Signal averaged electrocardiography, Heart rate variability

T Klin J Cardiol 2003, 16:401-406

Pediatric kardiyovasküler cerrahi uygulamaları doğumsal kalp hastalıklarının büyük bir kısmının

çok küçük yaşlarda opere edilebilmelerine olanak sağlamaktadır. Erken dönemde tam düzeltme ope-

rasyonlarında yüz güldürücü sonuçlar elde edilmekte ancak bu olguların normal bir yaşam sürdürebilmeleri için cerrahi girişimin potansiyel uzun dönem komplikasyonları açısından yakından izlenmelerini gerektirmektedir.

Disritmi ile ilgili komplikasyonlar özellikle Fallot tetralojisi gibi ventrikülotomi gerektirebilen açık kalp cerrahisi için önemlidir.(1-4).

Günümüzde gelişen cerrahi tekniklerle operasyon sonrası erken dönemde görülen disritmi ve iletim defektleri azalmakla birlikte, operasyon sonrası izlemde geç dönemde de ortaya çıkabilmektedir. Spontan ventriküler disritmiler ani ölümlere yol açabilmeleri nedeniyle önemlidir (1-3). Ancak ciddi ventriküler disritmi riski altındaki hastaları önceden saptayabilmek için kesin kriterler yoktur (5-8).

Otonom sinir sisteminin kalp hızı üzerine etkisini, kalp hızındaki spontan değişiklikleri ve uyarılar sonrası oluşan refleks değişiklikleri saptamak için kullanılan Kalp hızı değişimi (Heart Rate Variability;HRV) Holter monitörizasyon ile uzun dönem zaman temelli (time domain) ve sinyal ortalama elektrokardiyografi (SAEKG) kayıtları ile kısa dönem kayıtlar ventriküler disritmileri önceden kestirebilmek için önemli bulgular elde edilebilmektedir (9,10).

### Gereç ve Yöntem

Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı'nda 1992-1998 yılları arasında izlenerek Fallot tetralojisi, izole VSD, sekundum ASD tanısı alan ve Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda opere edilen yaşları  $4.3 \pm 2.1$  yıl (2-10 yıl ) ve ameliyat sonrası izlem süreleri  $3.1 \pm 1.4$  yıl olan 50 hasta alındı.

Fallot tetralojisi nedeniyle tam düzeltme ameliyatı yapılan 20, izole VSD'si transatriyal kapatılan 10, transventriküler kapatılan 14 (6 patch, 8 primer) toplam 24 olgu. Sekundum ASD'leri kapatılan (6 primer, 4 patch) 10 olgu olmak üzere toplam 50 hasta ve kontrol grubu olarak 20 sağlıklı çocuk ayrı gruplar halinde çalışmaya dahil edildi.

Çalışmaya alınan fallot tetralojili hastaların tümüne ventrikülotomi, 3'üne transanüler patch tekniği uygulandı. VSD'ye eşlik eden subaortik darlık, aort yetersizliği veya aort valv prolapsusu nedeniyle ventrikülotomi uygulandı. Hasta seçiminde özel kriter aranmadı ve hastalar kullandıkları ilaçlar yönünden kategorize edilmedi.

Hastaların operasyon sonrası disritmi ve iletim defektleri standart 12 derivasyon ve  $V_3R$  derivasyonu ile elektrokardiyografi, 24 saatlik Holter monitörizasyon (disritmi ve uzun süreli kalp hızı değişimi) ve ekokardiyografi ile değerlendirildi.

Holter kayıtları hastaların operasyonlarından  $3.1 \pm 1.4$  yıl sonra Biomedical Systems Cardio-Scan Ambulatory ECG, Brussels,Belgium 3 kanallı Holter cihazlarıyla audio kasete dijital olarak yapıldı ve Biomedical Sytems Ver.1.40,1997 programı ile değerlendirildi. Ventriküler disritmiler modifiye Lown ventriküler disritmi kriterlerine göre derecelendirildi (3). Derece 2 üstü ciddi ventriküler disritmi olarak kabul edildi. SAEKG Kardiosis ars-LP, Kardiosis Hi-Resolution ECG System, Ankara yüksek rezolüsyonlu EKG HRV ünitesi ile kısa dönem kalp atım hızı değişkenliği RR takogramının bulunması ve spektral analizi yapıldı.

İstatistik: Bütün değerler ortalama  $\pm$  standart sapma ile verildi. Grupların veri analizi SPSS istatistik programı ile yapıldı. Bağımsız örneklerin ortalamalarının kıyaslanması için Student t testi uygulandı. Grupların kalp hızı değişimi parametreleri varyans analizi kullanılarak karşılaştırıldı ve  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

#### *Elektrokardiyografi*

Çalışmaya alınan olguların tümü operasyon öncesi dönemde sinüs ritminde idi ve ventriküler erken atım (VEA) hiç saptanmadı. Postoperatif dönemde ise ventrikülotomi yapılan hastaların tümünde (%100) komplet sağ dal bloğu (RBB) saptanırken, iki hastada (%4) geçici atrioventriküler (AV) blok saptandı ve 14 günlük izlemde düzeldi. Hiçbir hastada sporadik VEA, ciddi supra-

ventriküler disritmi, kalıcı A-V blok saptanmadı. Bütün hastaların QRS aksları normal sınırlar içinde idi ve süperior sol aks saptanmadı.

### Holter Monitörizasyon

Tüm hastalara operasyonlarından 3.1±1.4 yıl sonra bir kez uygulanan 24 saatlik Holter monitörizasyonlarında tüm çalışma gruplarında Lown Derece 2 üzerinde ventriküler disritmi saptanmadı.

### Kalp Hızı Değişimi

Kalp hızı değişimi zaman parametrelerinden SDNN, SDANN, RMSSD, SDNN indeksi, SDDSD, SDNN50, pNN50 kalp hızı değişimi ile ilgili istatistiksel ölçümlerdir.

Zaman temelli kalp hızı değişim parametreleri için 4 temel ölçüm gereklidir.1- SDNN tüm HRV için, 2- HRV triangular index tüm HRV için, 3- SDANN uzun dönem HRV kayıtları için, 4- RMSSD kısa dönem HRV kayıtları için. Bu parametreler birbirinin yerini tutmaz. Biz çalışmamızda uzun dönem HRV kayıtlarından elde edilen SDNN ve SDANN parametrelerini ve SAEKG kullanarak kısa dönem HRV kayıtlarından RMSDD parametresi değerlendirdik (Tablo1).

**Tablo 1.** Seçilmiş zaman temelli kalp hızı değişim parametreleri

İstatiksel Ölçümler	
Parametre	Tanım ve birim
SDNN	NN (RR) intervallerinin standart sapması; ms
SDANN	Tüm kayıt süresince 5'er dakikalık segmentlerin standart sapmasının ortalaması; ms
RMSSD	Bitişik NN aralıklarının farklarının karesinin toplamının ortalamasının karekökü ;ms
SDNN indeksi	Tüm kayıt süresince 5'er dakikalık segmentlerin bitişik
NN	İntervallerinin standart sapmasının ortalaması; ms
SDDSD	Bitişik NN intervallerinin farkının standart sapması; ms
SDNN50	Tüm kayıt süresince bitişik NN intervallerinin farkının 50 ms üstünde olan çiftlerin sayısı; sayı
pNN50 %	SDNN 50 sayısının total NN sayısına bölümü; %

**Tablo 2.** (A,B,C) Hastalarımızın istatistiksel ölçümlü zaman temelli kalp hızı parametreleri

**Tablo 2/A**

A	Fallot Tetralojisi	KONTROL	P değeri
SDNN(ms)	88± 43	143±56	P<0.05
SDANN(ms)	76±49	115±56	p>0.05
pNN50 (%)	47±10	24±17	p>0.05
RMSDD(ms)	51±25	86±77	p>0.05

**Tablo 2/B**

B	VSD*	VSD**	KONTROL	P değeri
SDNN(ms)	183 ± 197	143 ± 124	143±56	p>0.05
SDANN(ms)	110±56	98±36	115±56	p>0.05
pNN50 (%)	27±14	22±19	24±17	p>0.05
RMSDD(ms)	93±61	78±56	86±77	p>0.05

**Tablo 2/C**

C	ASD	KONTROL	P Değeri
SDNN(ms)	97± 45	143±56	p>0.05
SDANN(ms)	87±49	115±56	p>0.05
pNN50 (%)	63±49	24±17	p>0.05
RMSDD(ms)	40±45	86±77	p>0.05

**VSD\*:** Ventriküler septal defekt onarımında ventrikülotomi uygulananlar, **VSD\*\*:** Ventriküler sepgtal defekt onarımı atriyal yol ile yapılanlar. **ASD:** Atrial septal defekt, **SDNN:** NN (RR) intervallerinin standart sapması; ms, **SDANN:** Tüm kayıt süresince 5'er dakikalık segmentlerin standar sapmasının ortalaması ;ms, **pNN50 %:** SDNN 50 sayısının total NN sayısına bölümü; % **RMSSD:** Bitişik NN aralıklarının farklarının karesinin toplamının ortalamasının karekökü; ms

Olgularımızda zaman parametrelerinden özellikle SDNN Fallot tetraloji grubu ile kontrol grubu karşılaştırıldığında tetraloji grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir düşmenin olduğu saptanmıştır (p=0.01). Ancak bu düşme kritik değer kabul edilen 30 milisaniyenin altında olmadığı görülmüştür (Tablo 2).

### Tartışma

Günümüzde gelişen teknik ve artan deneyim ile Fallot tetralojisinde cerrahi tedavi sonuçları yaşam süresini ve kalitesini iyileştirmiştir. Büyük oranda aşılabilir erken dönem komplikasyonlar kadar uygulanan ventrikülotomi gibi işlemlere bağlı olarak geç dönem komplikasyonlarda görülmektedir (1,2).

Ventriküle uygulanan cerrahi girişimler ventrikülotomi, infundibuler rezeksiyon miyokardiyal

hasara yol açmaktadır. Bu hasarın oluşturduğu histolojik bozukluklar lokalize yavaş ileti gösteren fokal fibrozis bölgeleri oluşturmakta, bu bölgeler intraventriküler ileti bozukluklarına yol açabilmekte, reentran mekanizma veya artmış ventriküler otomatisite ile ventriküler disritmilere zemin hazırlamaktadır (1-4,11-13).

### EKG-Holter

Ventrikülotomi yapılan hastalarımızın tümünde postoperatif dönemde komplet sağ dal bloğu (%100) saptanmıştır. Fukushige ve ark. serilerinde uygulanan minimal ventrikülotomi ile bu insidans %80 düzeyine inmektedir(10). Serimizde QRS aksları normal sınırlar içinde olup sağ ventrikül çıkış yolundan köken alan reentran mekanizma için sağ dal bloğuna eşlik eden superior sol aks saptanmamıştır. Fukushige ve ark. serilerinde EKG'de superior sol aks %9, VEA %11 oranında saptamışlardır (10). Amerikada Horneffer ve ark. 1958-1977 yılları arasında 10 ve daha küçük yaşlarda tam düzeltme operasyonu geçirmiş 170 hastadan operasyondan 10-28 yıl sonra yaşayan 143 hastadan %75'inde sağ dal bloğu, bir hastada tam kalp bloğu ve Holter monitörizasyonda %24 olguda VEA saptamışlardır (14). Sağ dal bloğu ve VEA'nun bu serilerde daha fazla olması Deanfield ve ark. bulguları doğrultusunda operasyon tekniği ve rezidüel hemodinamik anormalliklerden daha çok serilerinde geç yaşta opere olmuş hasta sayısının yüksek ve daha uzun süreli operasyon sonrası izlemde olmalarından kaynaklanmaktadır (3). Bizim olgularımızın yaş ortalaması benzerdir, ancak izlem süresinin kısa olması VEA görülmemesini açıklamaktadır.

Garson ve ark. çocuklarda ventriküler disritmilere bağlı ölümlerin genellikle anormal kalp yapısı olan çocuklarda olduğunu saptamışlardır (11). Miyamura 1965-1984 yılları arasında tam düzeltme operasyonu geçirmiş 243 hastanın ileri yaş grubundan 48 ine uyguladığı 24 saatlik Holter monitörizasyonunda ciddi ventriküler disritmi (Lown sınıf 2-4) insidansını %48, Kobayashi ve ark.%41, Fukushige ve ark %33, Vaksman ve ark %31, Amerika Birleşik Devletleri'nde 15 merkezli 20 yaş öncesinde (ortalama 4.7±3.3 yaş) opere

olmuş (6.9±5.3, 0.1-28 yıl takip süreli) 359 Fallot teralojili olguda yapılan çalışmada ise %21 olarak saptanmıştır (10,13-16). EKG'lerinde ventriküler disritmi saptanan olgularda ani ölüm insidansının yüksek olduğunu, ciddi disritmi nedeni olarak, özellikle geç operasyon yaşı, operasyon sonrası uzun izlem süresi, sağ ventrikülün yüksek basıncının devam etmesine ek olarak, sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun azalması ve sağ ventrikül skarının boyutlarının büyüklüğünü, operasyon yaşı kadar kardiyopulmoner by pass süresi ile anlamlı ilişki bulmuşlardır. Biz çalışmamızda ister ASD, VSD veya Fallot tetralojisi olsun uygulanan operasyon tekniği ile ilişkili disritmi saptamadık özellikle izlem süremizin göreceli olarak kısa olması ciddi ventriküler disritmi görmememizi açıklamaktadır.

Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalardan Eker Ömeroğlu ve ark. 40.1±33.5 ay izledikleri ortalama yaşları 8.9±4.7 yıl olan tam düzeltme operasyonu geçirmiş 22 hastada Holterde %59 Lown Derece 1, %13.9 hastada Lown Derece 2 ventriküler disritmi saptamışlar, Lown Derece 2 üzeri ciddi disritmi saptamamışlardır. Öztunç ve ark. çalışmasında opere tetralojili 47 hastanın 10'unda (%21.2) Holter monitörizasyonda kompleks ventriküler disritmi, 2 (%4) olguda süregen olmayan taşikardi gibi oldukça yüksek oranlar saptamışlardır(18). Bu çalışma grubunun operasyon yaşı 1.5-16 yaş arasında değişmekte ve izlem süresi 5.6±2.6 yıldır (17). Bizim çalışma grubumuzda ise ortalama operasyon yaşı 4.3±2.1 (2-10 yaş) yıl ile benzer popülasyon ve 3.1±1.4 en çok 6 yıllık izlem süresi ile nispeten daha kısa süreli izlemde olan grup olmasını ventriküler disritmi görülmemesinin nedeni olarak düşünülmüştür.

### HRV Zaman Parametreleri

Kalp hızı değişimindeki azalma ani ölüm riski ve bütün ölüm riskleri için önemli bir göstergedir (18-20). Temel hipotez kalp hızı değişiminin direkt olarak intakt nörokardiyak otonomik regülasyona bağımlı olması ve kalp hızı değişimindeki azalmanın elektriki instabiliteye bağlı otonomik disfonksiyonu yansıttığının düşünülmesi temeline dayanmaktadır. Adrenerjik aktivite artışı veya ko-

ruyucu parasempatik aktivitenin azalması ölümcül disritmilerin patofizyolojisini açıklamaktadır (21-24). Kleiger, Odemuyiwa ve ark. birbirlerinden bağımsız geniş hasta kohortlarında kalp hızı değişiminde saptadıkları azalma ile ventriküler disritmiler arasındaki pozitif korelasyon dikkat çekicidir (25, 26). Vybiral ve ark. yaptıkları çalışmada kısa dönem kalp hızı değişimi kayıtları ile uzun süreli kayıtlardan elde edilen verilerin, uzun dönemde yüksek riskli hastaları sadece kalp hızı değişimi ile süregen ventriküler taşikardi insidansını, programlı ventriküler stimülasyon ile indüklenilebilme olasılığı ile aynı olarak saptamışlardır (4).

Yeragani ve ark. erişkin popülasyon ile karşılaştırdıklarında 4-12 yaş arası çocuklarda parasempatik modülasyonun daha baskın olduğunu saptamışlardır (27). SAEKG'de geç ventriküler potansiyel saptanan olgularda aynı zamanda kalp hızı değişiminde gözlenen koruyucu parasempatik aktivitenin azalması ve adrenalin-nor adrenalin salınımıyla ortaya çıkan sempatik aktivitenin potansiyel ventriküler disritmilerin fizyopatolojisini açıklamaya bu bağlamda yardımcı olduğunu düşündürmektedir. Kalp hızı değişimindeki azalma özellikle siyanotik kalp hastalıklarındaki hipoksi artmış plasma norepinefrin (sempatik aktivite) ile birlikte (28,29). HRV intakt nörokardiyak otonomik regülasyon ile ilişkilidir, HRV de azalma kardiyak instabilite ile ilişkilidir ve bu da ventriküler taşikardi ve ani ölümün önemli bir belirteçidir. Çalışmamızda kısa dönem kayıtlarından (5 dakikalık) kullanılan dört parametre genel HRV değerlendirilmesini sağlamaktadır. Değişik kayıt sürelerinden elde edilen SDNN örneklerinin karşılaştırılması istatistiksel olarak doğru değildir, biz tüm çalışma ve kontrol gruplarımıza standart uygulamada bulduk. SDNN'nin anlamlı olarak Fallot tetraloji grubunda düşük bulunması olasılıkla maruz kalınan kronik hipoksi ve cerrahi girişimin neden olduğu kardiyak sempatik nöronal aktivitede artış nedeni ile olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak ventrikülotomi uygulanarak opere edilen doğumsal kalp hastalıklarında erken operasyon yaşı çok önemlidir, operasyon sonrası bu olguların hemodinamik durum ve disritmi yönünden düzenli olarak takipleri gerekmektedir,

özellikle Fallot tetralojisi operasyonlarından sonra geç dönemde gelişebilecek mortaliteye neden olan ciddi ventriküler disritmi açısından; semptomatik olguların erken dönemde elektrofizyolojik çalışmaya alınmaları, asemptomatik olguların periyodik EKG, Holter monitörizasyon, SAEKG ile değerlendirilmeleri gereklidir. Rutin EKG'de saptanan VEA'lar özellikle kupleler, Holter monitörizasyonda saptanan Lown >2 derece üstündeki ventriküler disritmiler, SAEKG'de sağ dal bloğuna rağmen saptanabilen geç ventriküler potansiyeller, Kalp hızı değişiminde; Frekans parametrelerinden LF/HF oranında yaşa uygun olmayan LF yüksekliği ve Zaman parametrelerinden SDNN indeksi 30 milisaniye altında saptandığında bu olguların elektif şartlarda elektrofizyolojik çalışmaya alınarak programlı indüklenilebilir ventriküler taşikardilerin dökümanate edilmesi ve disritmi tedavilerinin tıbbi tedavi ve otomatik defibrilatör implantasyonu spektrumunda değerlendirilmesi gereklidir.

#### KAYNAKLAR

- 1.Chandar JS, Wolff GS, Garson A, Bell TJ, Beder S, Bink-Boelkens M. Ventricular arrhythmias in postoperative tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 1990; 65:655-61.
- 2.Gatzoulis MA, Till JA, Somerville J, Redington AN. Mechanoelectrical interaction in tetralogy of Fallot. QRS prolongation relates to right ventricular size and predicts malignant ventricular arrhythmias and sudden death. *Circulation* 1995; 92:231-237.
- 3.Deanfield J, McKenna W, Rowland E. Local abnormalities of right ventricular depolarization after repair of tetralogy of Fallot: A basis for ventricular arrhythmia. *Am J Cardiol* 1985; 55:522-5.
- 4.Vybiral T, Glaeser DH.Changes of Heart rate variability preceding ventricular arrhythmias. In:Heart Rate Variability Malik M, Camm AJ(eds), Armonk, NY Futura Publishing Company.1995, 421-8.
- 5.Matsuoka S, Akita H, Hayabuchi Y, Taguchi Y, Kubo M, Kitagawa T, Katoh I, Li K.Abnormal signal-averaged ECG after surgical repair of tetralogy of Fallot—a combined analysis in the time and frequency domain. *Jpn Circ J* 1993; 57:841-50.
- 6.Buckingham TA, Thessen CC, Stevans LL, Red RM, Kennedy HL. Effect of conduction defects on the signal-averaged electrocardiographic determination of late potentials. *Am J Cardiol* 1988; 61:1265-71.
- 7.Breithardt G. Cain ME, El-Sherif N, Flowers N, Hombach V, Janse M, Simson MB, Steinbeck G. Standards for analysis of ventricular late potentials using high resolution or signal-averaged electrocardiography. *Europ Heart J* 1991; 12:473-80.

- 8.Hayabuchi Y, Matsuoka S, Kubo M, Akita H, Kurodo Y. Age-related criteria for signal-averaged electrocardiographic late potentials in children. *Ped Cardiol* 1994; 15:107-11.
- 9.Massin M, VonBernuth G. Normal ranges of heart rate variability during infancy and childhood. *Ped Cardiol* 1997; 18:297-302.
- 10.Fukushige J, Shimomura K, Harada T, Fukazawa M, Ueda K, Tokunaga K. Incidence and severity of ventricular arrhythmia in patients after repair of tetralogy of Fallot. *Jpn Heart J* 1988; 29:795-800.
- 11.Garson A Jr, Smith RT, Moak JP, Ross BA, McNamara DG. Ventricular arrhythmias and sudden death in children. *J Am Coll Cardiol* 1985; 5:130-3.
- 12.Cullen S, Celermajer DS, Franklin R, Deanfield JE. Prognostic significance of ventricular arrhythmia after repair of tetralogy of Fallot: a 12 year prospective study. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23:1151-5.
- 13.Vaksmann G, Fournier A, Davignon A, Ducharme G, Houyel L, Fournon JC. Frequency and prognosis of arrhythmias after operative "correction" of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 1990; 66:346-9.
- 14.Horneffer PJ, Zahka KG, Rowe SA, Manolio TA, Gott VL, Reitz BA, Gardner TJ. Long-term results of total repair of tetralogy of Fallot in childhood. *Ann Thorac Surg* 1990; 50:179-83.
- 15.Miyamura H. Evaluation of long term postoperative status and cardiac function in patients with tetralogy of Fallot. *Kyobu Geka* 1989; 8:1469-80.
- 16.Kobayashi J, Hirose H, Nakano S, Matsuda H, Shirakura R, Kawashima Y. Ambulatory Electrocardiographic study of the frequency and cause of ventricular arrhythmia after correction of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 1984; 54:1310-3.
- 17.Öztunç F, Batmaz G, Beşikçi R, Yiğit Z, Çelebi A, Eroğlu AG. The relation between ventricular late potentials and spontaneous ventricular arrhythmias and hemodynamic status in patients with postoperative tetralogy of Fallot. *Il Cuore* 1997; 14:63-70.
- 18.Heart Rate Variability. Standarts of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and electrophysiology. *Circulation* 1996; 13:1043-64.
- 19.Glaeser DH, Vybrial T. Changes of heart rate variability preceding ventricular arrhythmias. In: *Heart Rate Variability*. Malik M, Camm AJ, eds. Armonk NY. Futura Publishing Company, 1995: 21-428.
- 20.Ori Z, Singer DH. Changes in Heart Rate Variability associated with sudden cardiac death In: *Heart Rate Variability* Malik M, Camm AJ, eds. Armonk NY Futura Publishing Company, 1995: 429-49.
- 21.Joffe H, Georgakopoulos D, Celermajer DS, Sullivan ID, Deanfield JE. Late ventricular arrhythmia is rare after early repair of tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23:1146-50.
- 22.Lindsay BD, Markham J, Schechtman KB, Ambos HD, Cain ME. Identification of patients with sustained ventricular tachycardia by frequency analysis of signal-averaged electrocardiograms despite the presence of bundle branch block. *Circulation* 1988; 1:122-30.
- 23.Zimmermann M, Friedli B, Adamec R, Oberhansli I. Ventricular late potentials and induced ventricular arrhythmias after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Am J of Cardiol* 1987; 59:873-8.
- 24.Horowitz LN, Vetter VL, Harken AH, Josephson M. Electrophysiologic characteristics of sustained ventricular tachycardia occurring after repair of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 1980; 46:446-52.
- 25.Odemuyiwa O. The relationship between ventricular function and heart rate variability. In *Heart Rate Variability*. Malik M, Camm AJ, eds. Armonk NY, Futura Publishing Company, 1995: 241-4.
- 26.Kleiger RE, Stein PK, Bosner MS, Rottman JN. Time-domain measurements of heart rate variability. In *Heart Rate Variability*. Malik M, Camm AJ, eds. Armonk NY, Futura Publishing Company, 1995: 33-45
- 27.Yeragani VK, Sobolewski E, Kay J, Jampala VJ, Igel G. Effect of age on longterm heart rate variability. *Cardiovasc Research* 1997; 35:35-42.
- 28.Buchorn R, Geesmann M, Bursch J. Electrocardiographic signs of autonomic imbalance in infants with congenital heart defects. *Z Kardiol* 2001; 90:184-90.
- 29.Buchorn R, Hulpke-Wette M, Nothroff J, Paul T. Heart rate variability in infants with heart failure due to congenital heart disease: reversal of depressed heart rate variability by propranolol. *Med Sci Monit* 2002; 8:CR661-6.

---

**Geliş Tarihi:** 16.05.2003

**Yazışma Adresi:**Dr.Timur MEŞE

Dr.Behçet Uz Çocuk Hastanesi  
İZMİR