T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI

ORTA DERECEDE YÜKSEK RAKIMDA (1850 M-ERZURUM) YAŞAYAN 7–15 YAŞ GRUBU OKUL ÇOCUKLARINDA NORMAL ELEKTROKARDİYOGRAFİ STANDARTLARI

Dr. Haşim OLGUN

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Naci CEVİZ

YANDAL UZMANLIK TEZİ
ERZURUM 2006

İÇİNDEKİLER **Sayfa No**

ONAY iii
TÜRKÇE ÖZET iv
İNGİLİZCE ÖZET v
I. GİRİŞ ve AMAÇ 1
II. GENEL BİLGİLER 3
1. Tarihçe 3
2. İletim sisteminin anatomisi 4
3. Normal Sinüs Ritminin Oluşması 5
3.1. Yavaş Cevaplı Aksiyon Potansiyeli 7
4. Kardiyak aktivite sıralaması 7
4.1. Elektrokardiyografik Standardizasyon ve Ölçümler 7
4.2. Elektrokardiyografik dalga ve mesafeler 8
4.2.1. Ventriküler depolarizasyon ve QRS kompleksi 9
4.2.2. Ventrikül kasının repolarizasyonu ve T dalgası 10
4.2.3. Ortalama vektör (aks) 10
4.2.3.1. Frontal planda QRS ortalama vektörü 10
4.2.3.2. T dalgasının ortalama vektörü 11
4.2.3.3. P dalgasının ortalama vektörü 12
4.2.4. Kalp Hızı 12
4.2.5. P Dalgası 12
4.2.6. PR Süresi 12
4.2.7. PR Segmenti 13
4.2.8. QRS Kompleksi 13
4.2.8.1. R ve S Dalgaları 14
4.2.8.2. QRS Kompleksinin Alt Limiti 14
4.2.9. ST Segmenti 14
4.2.10. T Dalgası 15
4.2.11. U Dalgası 15
4.2.12. QT Süresi 15
4.2.13. Q-OT İntervali 16
4.2.14. TP İntervali 16
5. EKG PARAMETRELERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER 16
6. EKG ÖLÇÜMLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER 17
III. GEREÇ VE YÖNTEM 18

1. Hasta Seçimi 18
2. EKG çekimi 19
2.1. EKG çekimi öncesi hazırlık 19
2.2. EKG çekimi için bağlantılar 19
2.3. EKG çekiminde kullanılan sistem 20
2.4. Kayıt alınması 21
3. Kayıtların analizi 21
4. Öğrencilerin geriye dönük olarak değerlendirilmesi 22
5. Verilerin analizi 22
IV. BULGULAR 24
V. TARTIŞMA 28
SONUÇ ve ÖNERİLER 37
KAYNAKLAR 39

ONAY YAZISI

Araştırmacı Yrd. Doç. Dr. Haşim Olgun tarafından hazırlanan “Orta Derecede Yüksek Rakımda (1850 m Erzurum) Yaşayan 7–15 Yaş Grubu Okul Çocuklarında Normal Elektrokardiyografi Standartları” başlıklı yandal tezi Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu’nun 14.05.2004 tarih, 50 nolu toplantısında ekli belgeleri gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler ile gönüllü bilgilendirme metni dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Kurulu’nun 26.09.2005 tarih, 4 nolu oturumunun 25 nolu kararı ile tez çalışmasının uygunluğuna ve tez yöneticiliğinin Doç. Dr. Naci Ceviz tarafından yürütülmesine mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle Pediatrik Kardiyoloji dalında yetişmemi sağlayan ve tezimin hazırlanmasında her türlü yardımı esirgemeyen Prof. Dr. Naci Ceviz'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Veri toplama ve tezin yazımı süresince onlardan esirgediğimiz zaman nedeniyle sürekli anlayış gösteren hocamın eş ve çocukları ile kendi eş ve çocuklarıma da teşekkürü bir borç biliyorum.

Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları uzmanlık eğitimim süresince yakın ilgi ve desteklerini gördüğüm tüm hocalarıma, tezime olan maddi katkılarını nedeniyle Prof. Dr. Behzat Özkan'a, veri toplama süresince yardımda bulunan Dr. Demet Altay, Dr. Candan Ferai Öztürk'e ve diğer asistan, intörn ve hemşire arkadaşlara, istatistik değerlendirmelerinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Ömer Akbulut'a ve çalışmamızı çatısı altında yürüttüğümüz Milli Eğitim camiasınına yardımlarından dolayı sonsuz teşekkür ediyorum.

ÖZET

Elektrokardiyografi (EKG) kalp-damar sisteminin değerlendirilmesinde önemli bir tanı aracıdır. Elektrokardiyografi yenidoğan, infant dönemi ve çocukluk çağında sürekli olarak değişir. Bu değişiklikler, kalbin vücuttaki pozisyonu, kalp büyüklüğünün vücut büyüklüğüne oranı, zamanla vücutta meydana gelen tüm yapısal değişmeler gibi fizyolojik farklılıklardan kaynaklanabilir. Hayatın ilk yılında temel olarak amplütüd, depolarizasyon ve repolarizasyon yönlerinde değişiklikler meydana gelir. Bu nedenle farklı yaş gruplarında EKG standartları yaş, cins, ağırlık, boy ve vücut alanına göre farklılıklar gösterebilir. Pediatrik EKG parametreleri için normal sınırları belirlemek üzere yapılmış çalışmalar bulunmakla birlikte bunların çoğunluğunda bazı eksiklikler bulunmaktadır. Rakımın normal EKG sınırları üzerine olan etkisi araştırılmamıştır. Bu çalışmada amacımız; orta derece de yüksek rakımda (1850 m-Erzurum) yaşayan çocuklarda normal EKG standartlarını belirlemektir.

Bu çalışma için Erzurum şehir merkezindeki ilköğretim okullarına devam eden 84000 çocuk arasından küme örnekleme yöntemiyle 3770 çocuk sistematik bir şekilde seçildi. Tüm çocukların fizik muayeneleri yapıldı ve EKG kayıtları alındı. Hedef populasyonu temsil edecek sayıda (1822) çocuk 3770 çocuk arasından seçildi ve bu çalışmaya dahil edildi. Toplam 292 çocuğun EKG'si; romatizmal kalp hastalığı (n=2), konjenital kalp hastalığı (n=6), Wolf-Parkinson-White Sendromu (n=2), boy ve/veya kilo persentili <3 veya >97 (n=64), gürültüye bağlı yetersiz EKG kaydı (n=218) nedeniyle çalışmadan çıkarıldı. Geriye kalan 1530 çocuğun EKG'leri çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen çocukların 754'ü (%49.3) erkek olup, ortalama yaş 10.8±6.94 (6-16) yıl idi. Median, 2. ve 98. persentil değerleri klinik olarak ilişkili parametreler için belirlendi. Daha önce deniz seviyesinde yapılmış olan bir çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında bizim sonuçlarımızda V3R'da yüksek R-dalga genliği ve R/S oranı hariç, sağ ventrikül yüklenmesini gösteren bir bulgu yoktu.

Bu çalışma ile biz, Erzurum da yaşayan 6-8 yaş, 8-12 yaş, 12-16 yaş grubu çocuklar için normal EKG standartlarını belirledik. Sonuçlarımız orta derecede yüksek rakımın çocuklarda normal EKG parametreleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını gösterdi.

Anahtar Kelimeler: çocukluk çağı, orta derece yüksek rakım, elektrokardiyografi.

SUMMARY

Electrocardiography (ECG) is an important diagnostic tool in evaluation of cardiovascular system. Electrocardiography changes substantially in newborn, infancy and older children. These changes can be caused by the physiological differences; position of the heart in the body, the proportion of the heart size to the body size, and the constitutional changes in body develops during time. During the first years of the life, mainly amplitude, depolarization and repolarisations change. So, ECG standards in different age groups can differ with age, weight, height and body surface area. Although previous studies have tried to determine the normal standards for pediatric ECG's, some limitations are present in most of them. The effect of altitude on normal ECG limits has not been evaluated previously. In this study we aimed to determine the normal ECG standards in children living at moderate altitude (1850 m-Erzurum).

For this study 84000 children attending to the primary schools in center of Erzurum were the target. A total of 3770 children were selected systematically. All children were examined and electrocardiography was recorded in all of them. Of 3770, 1822 children, that were concluded to be sufficient to represent the target population, were included into this study. A total of 292 ECG's were excluded (rheumatic heart disease (n=2), congenital heart disease (n=6), Wolf-Parkinson-White Syndrome (n=2), weight and/or height percentile <3 or >97 (n=64) and insufficient ECG recordings due to noisy (n=218)). Remaining 1530 ECG's were included in the study. Of the children 754 (49.3%) were male, and the mean age was 10.8±6.9 years (6-16 years)). The median, 2^{nd} and 98^{th} percentile values were determined for clinically relevant ECG parameters. When compared to the previous study performed at sea level, our results did not show any finding indicating right ventricular overload, except for the high R-wave amplitude and R/S ratio in V3R.

By this study, we determined the normal ECG standards, for children living in Erzurum for age groups of 6-8 years, 8-12 years and 12-16 years. Our results suggested that moderate altitude does not have an important effect on normal ECG parameters.

Key Words: childhood, moderate altitude, electrocardiography

I

GİRİŞ ve AMAÇ

Kalp elektrik olarak aktif bir organdır ve akım üretir, kalbin kasılması ile sonuçlanan bu akım vücut yüzeyinden kaydedilebilir. Kalbin nasıl akım kaynağı olarak görev yaptığı, bu elektriksel olayların vücut yüzeyine nasıl taşındığı, ve göğüsün nasıl iletken olarak görev yaptığı karmaşık bir konudur. Bu özellikler sadece konjenital kalp hastalıkları veya diğer kalp hastalıklarının varlığı ile değil, aynı zamanda normal büyüme ve gelişme ile de değişir. Elektrokardiyografideki bu değişiklikler pediatrik elektrokardiyografi (EKG)'yi yetişkin EKG'den ayıran temel bir farklılıktır[1].

Elektrokardiyografi kalp-damar sisteminin değerlendirilmesinde önemli bir tanı aracıdır. Erişkin yaşa geçiş dönemi olarak kabul edilen yenidoğan, infant dönemi ve çocukluk çağında normalin farklı modelleri olarak EKG farklılıkları görülür. Bu farklılıklar fizyolojik değişikliklerden, kalbin vücuttaki pozisyonundan, kalp büyüklüğünün vücut büyüklüğüne oranından, zamanla vücutta meydana gelen tüm yapısal değişmelerden kaynaklanabilir. Hayatın ilk yılında temel olarak amplütüd, depolarizasyon ve repolarizasyon yönlerinde değişiklikler meydana gelir. Erişkin dönemine kadar bu değişiklikler yavaş yavaş EKG'ye yansımaya devam eder[2]. Bu nedenle çocukluk yaş gruplarında EKG standartları yaş, cins, ağırlık, boy ve vücut alanına göre farklılıklar gösterir[3].

Çocuklarda normal EKG limitlerini belirlemek üzere yapılmış çalışmalar mevcuttur[3,4,5]. Bu çalışmaların çoğunda belirlenen limitlerin pratik uygulanabilirliğinde bazı eksiklikler vardır;

1) Daha önce yapılan çalışmalarda sunulan normal limitlerin çoğunda, klinik olarak ilişkili parametreler ve EKG derivasyonları tam bir set oluşturmuyor.

2) Çoğu çalışmada parametreler kâğıt üzerine alınmış EKG kayıtlarından el ile ölçülmüştür. Bu gün biliniyor ki bilgisayar ile alınan ve hesaplanan EKG kayıtları çok daha doğru ölçümleri yansıtmaktadır.

3) Bazı çalışmalarda EKG sinyalleri düşük örnekleme hızları veya küçük bant genişlikli EKG güçlendiricileri kullanılarak kaydedildiği için uygun kaydedilmemiştir.

4) Yüksek rakımın özellikle sağ kalp üzerine olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir, yapılan çalışmaların sadece birkaç tanesinde çalışmanın yapıldığı yerin rakımının EKG üzerine etkilerinden bahsedilmiştir[6]. Bunlarda da normali sınırlarını belirlemeye yönelik bir araştırma yoktur.

Belki de bu güne kadar yapılmış en kapsamlı çalışma Davignon ve arkadaşlarının[7] 0–16 yaş grubu 2141 beyaz çocuğun EKG kayıtlarını alarak yaptığı çalışmadır. Bu EKG'ler 333 Hz örnekleme hızı ile çekilmiştir ve normal limitler bilgisayar yardımlı program kullanılarak belirlenmiştir. Çok büyük sayıda parametrenin normal limitleri 2–98 persentil arasında persentil kartları olarak sunulmuştur. Macfarlane ve arkadaşları[8] 500 Hz örnekleme hızı ile 1780 İskoçyalı çocuğun EKG kayıtlarını alarak yaptığı çalışmada 98. persentilin normal amplitüdlerini Davignon ve arkadaşları tarafından yayınlananlardan %46 daha yüksek bulmuşlardır. Ne yazık ki Macfarlane ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada normal limitler sadece birkaç parametre için sunulmuştur. Üstelik pediatrik EKG'lerde gerçekçi ölçümler elde etmek için 500 Hz örnekleme hızının yeterli olup olmadığı sorgulanabilir[3,9,10,11].

Yüksek rakımın kalp üzerine etkilerinin olduğu bilinmektedir. Yüksek rakıma akut ya da kronik maruz kalma sağ kalp elektrik güçlerinin frekansını artırarak yüzey EKG de değişikliklere sebep olur[6,12,13]. Hulme ve ark. 3500–4000 m rakımda yaşayan Tibetli sağlıklı çocukların EKG'lerinde yüksek oranda sağ ventrikül patolojisine ait bulgular saptamışlardır. Yüksek rakımda yaşayanlarda saptanan sağ aks sapması, sağ ventrikül hipertrofisi, sağ dal bloğu ve sağ atrial genişleme bulguları hipoksi ve kor-pulmonaleye sekonder sağ ventrikül aşırı yüklenmesinin sonucu olabilir[6,14]. Bu nedenle yüksek rakımda yaşamak EKG parametrelerini etkileyebilecek önemli bir fizyolojik durumdur. Halperin ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada benzer sonuçları bulmakla birlikte, yüksek rakımda ömür boyu yaşayanlarla sonradan yüksek rakıma göç edenler arasında belirgin yüzey EKG değişiklikleri saptamamışlardır[15]. Biz orta derecede yüksek rakımın çocuklarda EKG parametreleri üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlayamadık.

Bu çalışmanın amacı, orta derecede yüksek rakımda (1850 m-Erzurum) yaşayan 6–16 yaş grubu okul çocuklarında normal elektrokardiyografi standartlarını belirlemek ve bu değerleri deniz seviyesinde yapılmış çalışmalarla karşılaştırarak orta derecede yüksek rakımın çocuklarda EKG parametreleri üzerine etkisi olup olmadığını araştırmaktır.

II

GENEL BİLGİLER

1. Tarihçe

Augustus Waller kardiyak elektriksel aktivitenin vücut yüzeyinden kaydedilebileceğini gözlemlemesi nedeniyle onurlandırılmıştır. Dr. Waller'in laboratuarında teknisyen olan Thomas Goswell 1887'de EKG'si çekilen ilk insan oldu. Bu ilk kayıtların yorumlanması, kapiller elektrometre ve EKG'nin elde edildiği ilk kayıt cihazlarının teknik yetersizliğinden dolayı sınırlı idi[16]. Elektrokardiyografinin babası olarak düşünülen Willem Einthoven ilk çabalarını kapiller elektrometrede civa kolonlarının hareketini yöneten fizik yasalarını incelemek ve kaydedilen dalga formlarının tekrar kullanılmasını sağlayan cihazlar geliştirmek üzerine harcadı. Einthoven'ın yaptığı kayıtlar EKG'nin gerçek bir resminin çizilmesini sağladı. Einthoven 1901'de tanımladığı telli bir galvanometrenin vücut yüzeyinde var olan, hızlı değişkenlik gösteren ve zayıf akımlardan oluşan kardiyak elektriksel aktivitenin kaydı için ideal bir alet olduğunu bildirdi. Takip eden çalışmalarda Einthoven EKG'nin majör dalga formlarını buldu ve onları P, Q, R, S, T, U olarak adlandırdı. Bu telli galvanometrenin değişik ekstra kardiyak yerlerden EKG kaydı alma tekniklerinin geliştirilmesinde ve bu tekniklerin kullanılmasında faydalı olduğu ilk EKG çalışma raporları ile ispatlandı. Einthoven ve Sir Thomas Lewis'in araştırmaları elektrokardiyografinin ilk yıllarında baskındı ve bu onlara EKG'yi yatak başına getirme onurunu kazandırdı. Bu başarı karşısında Waller "kalp hareketlerinin elektrik sinyallerinin klinik araştırmalar için kullanılabileceği konusunda kesinlikle hiçbir fikrim yoktu" sözü ile hayretini belirtmiştir[17].

Ziegler[18]çocuklar üzerinde EKG'nin kullanımı ile ilgili olarak çoğu Alman literatüründe olan ilk raporları gözden geçirdi. Onun kayıtlarına göre çocuk ve infantlarda ilk EKG kaydı 1908'de Nicolai ve Funora'nın 45 çocukta derivasyon I den yaptığı ve değerlendirdiği kayıtlardır. Hecht 1913'de normal ve anormal kalpli yüzlerce prematüre, term infant ve çocuktan her 3 standart bipolar derivasyon'u (I, II, III) kullanarak aldığı kayıtları kapsamlı bir çalışma olarak yayınladı.

Bizim standart EKG olarak bildiğimiz EKG bugüne yavaş yavaş geliştirilerek getirilmiştir. Frank N Wilson ve arkadaşları Wilson santral terminali olarak adlandırdığımız kimyasal ve elektrik gücü olmayan bir elektrodu keşfetmek sureti ile prekordiyal derivasyonların kullanımını tanımladı. Bunu telleri sağ kol, sol kol, sol bacak arasında 5000 Ω rezistör ile bağlayarak yaptı. Kombine derivasyonları toprağa bağlayarak EKG'nin negatif terminali oluşturulur. Pozitif terminale bir elektrot ilave

edilerek daha sonra vücudun herhangi bir yerine bağlanabilen “ünipolar” derivasyonlar oluşturuldu. Wilson, VR, VL, VF olarak adlandırılan unipolar ekstremite leadlerini tanımladı. Goldberger Wilson’un ünipolar derivasyonlarının voltajını %50 artırarak aVR, aVL, aVF olarak adlandırılan güçlendirilmiş ekstremite derivasyonlarını ortaya çıkardı. Einthoven’ın 3 ekstremite derivasyonu ve 6 prekordiyal derivasyonuna ünipolar derivasyonların eklenmesi ile bu gün kullanılan 12 derivasyonlu EKG’ye ulaşıldı. EKG’nin göğüs derivasyonları klinik EKG kullanıma girdikten iki yıl sonra 1934’den beri infant ve çocuklarda kullanılmaktadır. Normal infant ve çocukların EKG’lerinde meydana gelen kendine özgü gelişimsel değişiklikler 1930’lu yılların sonlarında tanımlandı. Şüphelenilen veya bilinen bir kalp hastalığı olan hastanın değerlendirilmesinde EKG’nin rolü gelişmeye devam etmektedir. On yıllar boyu EKG noninvazif testlerin yarış atı gibi kullanıldı. Bu bağlamda uygun olmayan bazı şeyler için de EKG kullanılabilmiştir. Örneğin sitemik-pulmoner arter şantlı olarak takip edilen Fallot Tetralojili hastaların pulmoner kan akımı miktarını takip etmek için indirekt bir metot olarak kullanıldı. Düşünüldü ki; Fallot Tetralojili hastaların tipik EKG bulgusu sağ ventrikül hipertrofisi olduğu için sistemik-pulmoner arter şantı yapıldıktan sonra şanta bağlı artmış pulmoner kan akımı sol ventrikül volüm yükünü artırabilir ve bu da bir süre sonra EKG’de sol ventrikül hipertrofisine ait bulguların ortaya çıkmasını sağlayabilir. Bu gün diğer teknikler bu gibi sorulara çok daha direkt yollar ile cevap vermektedir. Fakat EKG bazı durumlarda muhtemel klinik tedavi usul ve araçlarının en önemli parçasıdır. Ucuz, kolay yapılabilir ve belli durumlarda hem spesifik hem de sensitif olabilir.

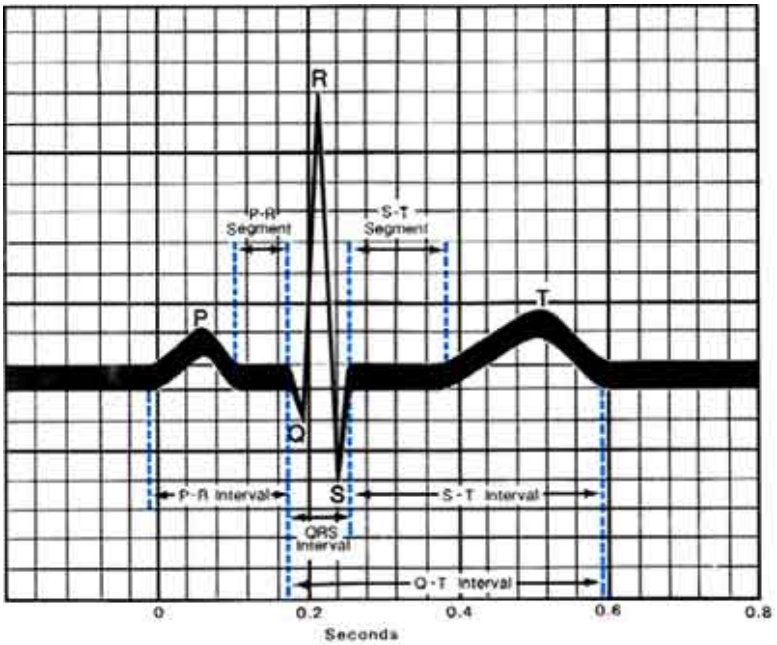
2-iletim sisteminin anatomisi

Kalp iletim sistemi sinüs uyarısını üretir ve onun atriyumdan ventrikül kasına hızlı bir şekilde taşınmasını sağlar. Yetişkin bir insanda sinoatriyal (SA) düğüm 10–20 mm uzunluğunda ve iğsi yapıdadır. Sağ atriyum apendiks tepesi ve vena kava süperior’un birleştiği yerin biraz alt kısmındaki bölgede subepikardiyal olarak yerleşmiştir. SA düğümün özelleşmiş miyokardiyal yapıları kollajen iskelet yapı ile desteklenir ve dansitesi yaş ile atar. Primer hücreler esasen pil görevi gören ve uyarıyı üreten nodal hücrelerdir. Nodal hücreler diğer nodal hücreler ve geçiş hücreleri ile bağlantılıdır. Uyarı SA düğümden atrioventriküler (AV) düğüme sinsitial ve radial olarak yayılır. Özelleşmiş iletim yolları intraventriküler olarak bulunur ve atriumlardan ventriküllere normal iletimin geçişini sağlayan tek yol özelleşmiş iletim yollarının da başlangıç noktasını oluşturan AV düğümdür. AV düğüm koroner sinüs ağzı, triküspit kapağın septal lifletinin anülüsü ve todara ligamenti arasındaki “Koch üçgeni” içinde yerleşir[19]. AV düğüm nodal hücreler ve onu çevreleyen, kolllajen ile iç içe geçmiş geçiş

hücrelerinden oluşur. Atriyo-ventriküler düğümün antero-süperior kısmında longitudinal olarak seyreden fibriller penetre olmaya başlar. Parasempatik ganglionlar ve sempatik sinir uçları AV düğümün alt kısmında yerleşir. AV düğümün üst kısmı hızlı yolları, septal istmus tarafı yavaş yolları oluşturur. Fibrillerin penetre olmaya başladığı yerde His bandı başlar ve aortik kapağın nonkoroner lifletinin hemen altında musküler ventriküler septum rimi boyunca dal vermeden superio-medial olarak ilerler. His bandının dal vermeyen kısmı musküler ventriküler septum krestinin sol tarafı boyunca ilerler, geri kalan kısım sağ taraf boyunca ilerler. İletim sisteminin dal vermeye başladığı yerde ilk olarak sol dal ayrılır ve fibriller septum yüzeyine şelale gibi yayılır. Bu aortik kapağın sağ ve nonkoroner lifletlerinin komissürü düzeyinde olur. Sol dalın başlangıcı oldukça değişkendir. Fibriller yelpaze şeklinde birlikte veya ayrı ayrı fasiküller şeklinde yayılabilirler. Fasiküller, sıradan miyokard hücrelerinden biraz daha büyük hücrelerden oluşur. Her fasikül bağdokusu kılıfı ile çevrilidir ve yaklaşık 20 mm boyunca ventrikül kası ile temas etmez. Daha sonra sol ventrikül endokardı boyunca multiple Purkinje fibrilleri ayrılır. İletim sistemi sol dalın son fibrilleri de ayrıldıktan sora sağ dal olarak devam eder. Sağ dal septomarjinal trabekülasyon içinde subendokardiyal veya intramiyokardiyal olarak ilerler, inferior medial papiller adele içinden geçerek moderatör banda ulaşır. Sağ dalın dal vermeyen kısmı yalıtılmıştır. Sağ ventrikülün anterior papiller kasına ulaştığında sağ ventrikül endokardı içinde çok sayı da Purkinje liflerine ayrılır.

3-Normal Sinüs Ritminin Oluşması

Normal sinüs ritminde uyarı SA düğümden çıkarak sağ ve sol atriyumu depolarize etmekte ve elektrokardiyografik olarak P dalgası oluşmaktadır (Şekil 1). Atriyal uyarı AV düğüme ulaştığında, ileti kalbin diğer yapılarına göre nispeten yavaşlamakta ve PQ aralığı oluşmaktadır. Uyarı His huzmesine ulaştığında ileti çok hızlanmakta ve Purkinje fibrilleri yolu ile sağ ve sol dallara ayrılarak ventriküler kasını depolarize etmekte ve QRS kompleksi oluşmaktadır. Ventriküler kasının repolarizasyonu sonucu T dalgası oluşmakta ancak atriyal kasın repolarizasyonu EKG'de görülmemektedir[20].



Şekil 1: EKG'nin Einthoven tarafından adlandırılan P, Q, R, S, T, U dalgaları, J noktası, PR aralığı, QRS süresi, ST segmenti, QT aralığı.

Kalpte oluşan aksiyon potansiyeli, hücre membranının iyonik geçirgenliğinde meydana gelen ardışık değişikler sonucunda bazı iyonların hücre içi ve dışı yer değiştirmesinin bir sonucudur. Normal kalpte hücrenin tipine bağlı olarak hızlı cevaplı ve yavaş cevaplı aksiyon potansiyeli olmak üzere iki tip aksiyon potansiyeli üretilir. Atriyal ve ventriküler miyokard hücreleri ve ventrikül içi iletim hücreleri normalde hızlı cevaplı aksiyon potansiyeline sahiptir. İstirahatta hücre membranı potasyuma (K^+) geçirgendir fakat sodyuma (Na^+) nispi olarak geçirgen değildir. İstirahatta hücre içi hücre dışına göre daha negatif yüklüdür (yaklaşık -90 mV). Bu istirahat membran potansiyelidir. Bir hücre uyarıldığı zaman Na^+ geçirgenliği belirgin olarak artar. Na^+'un hücre içine hızlı akımı hücre içi hücre dışına göre pozitif olana kadar sürer ve hızlı depolarizasyona sebep olur. Bu aksiyon potansiyelinin en hızlı fazıdır ve faz 0 olarak adlandırılır birkaç milisaniye içinde tamamlanır. Faz 0'ı oluşturan bu sürat zamana göre voltajda meydana gelen değişimle tanımlanır ve Vmax olarak isimlendirilir. Bu tek bir hücrede iletim hızı ile ilişkilidir. Erken hızlı repolarizasyon fazı yani faz 1, hücre dışına hızlı klor akımının hâkim olduğu fazdır. Eş zamanlı olarak hücre içine sodyum akımı azalarak devam ederken hücre dışına potasyum akımı başlar. Plato fazı yani faz 2 de iyon akımları dengededir. Yavaş olarak; hücre içine sodyum ve kalsiyum akımına karşılık hücre dışına potasyum ve klor akımı devam eder. Faz 3 veya repolarizasyon fazında denge hücre dışı iyon akımı lehine değişir. Hücre içine iyon akımı azalırken

hücre dışına potasyum akımı hâkim hale gelir. Faz 3'de tekrar depolarize hale gelen hücreyi uyarmak mümkündür. Hücreyi tekrar uyarabilmek için faz 0 dan sonra hem belli bir süre geçmeli hem de repolarizasyon esnasındaki membran voltajı elde edilmelidir. Normal Purkinje hücreleri son depolarizasyondan sonra yaklaşık 200 msn geçmedikçe veya membran potansiyeli (-55), (–60) mV'a dönmedikçe tekrar uyarılamaz. Hücrenin uyarılamaz olduğu bu dönem absolüt refrakter periyot olarak adlandırılır. Repolarizasyon tamamlandığında faz 4 başlar. Atriyal ve ventriküler miyokard hücrelerinde faz 4'de net bir akım hareketi yoktur. Daha doğrusu hücre içine yavaş sodyum akımı ve hücre dışına yavaş potasyum akımı dengededir. Faz 4 de membran potansiyeli; hücre içine sodyum akımı durduğu ve hücre dışına potasyum akımı azaldığı için derece derece azalarak daha negatif değerlere ulaşır. Faz 4 deki spontane depolarizasyon otomatisite olarak adlandırılır. Özelleşmiş iletim sistemi ekseninde otomatik hücreler normalde sinüs düğümü tarafından baskılanır. Depolarizasyon için sinüs düğümünün yetersiz kalması durumunda bu hücreler kalbin pil görevini üstlenecektir.

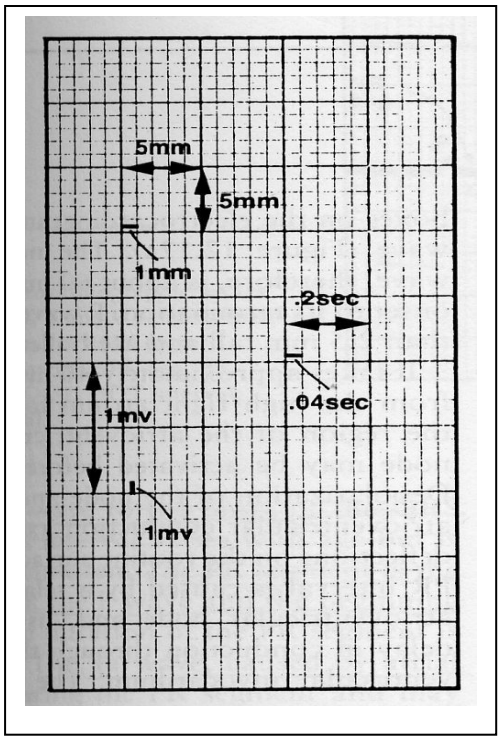
3.1-Yavaş Cevaplı Aksiyon Potansiyeli

Sinüs düğümü, atriyoventriküler düğüm, koroner sinüs etrafındaki hücrelerde ve atriyoventriküler kapaklardaki bazı hücrelerde meydana gelir. Hızlı tip ile karşılaştırıldığında (-50)—(-60) mv gibi daha düşük maksimum diyastolik potansiyele sahiptir. Faz 0 da Vmax ve dolayısıyla iletim çok daha yavaştır. Bu hücrelerin depolarizasyonu kalsiyum ve sodyumun hücre içine yavaş akımına bağlıdır. Yavaş aksiyon potansiyelli hücrelerin çoğu faz 4'de spontane aksiyon potansiyeli esnasında otomatisite de rol oynar. Faz 4 de bu depolarizasyon Purkinje hücrelerinde hücre dışına potasyum akımından ziyade hücre için kalsiyum akımının sonucudur. Sinüs nod hücreleri bu tip aksiyon potansiyeli ve normalde en hızlı diastolik depolarizasyon hücrelerine sahiptir. Bu nedenle sinüs düğümü kalpte en hızlı otomatisiteye sahiptir.

4-Kardiyak aktivite sıralaması

4.1-Elektrokardiyografik Standardizasyon ve Ölçümler

Elektro kardiyogram standardize edilmiş bir kağıt üzerine kaydedilir. Bu kağıt milimetrik bir kağıttır ve ince çizgiler arası 1 mm, kalın çizgiler arası 5 mm'dir. Bir mV'luk voltaj 10 mm sapmaya eşit olacak şekilde standardize edilmiştir. Kâğıdın normal hızı 25 mm/sn.dir. Bu hızda ince çizgiler arası 0,04 sn (40 msn) kalın çizgiler arası 0.2 sn (200 msn) dir (Şekil 2).



Şekil 2: Standardize edilmiş normal elektrokardiyografi kağıdı (1,0 mV=10 mm, 0,2 sn=5 mm).

Elektrokardiyogramın bilgisayarla analizi ilk olarak 1979 da Davignon ve arkadaşları tarafından yapılmış olup, geleneksel mürekkepli EKG cihazı ile alınan analog sinyaller 333 sn örnekleme hızı ile FM bantlı kaydediciye aktarılmıştır.

4.2-Elektrokardiyografik dalga ve mesafeler

Kardiyak aktivasyon sinüs düğümünde başlamasına rağmen, yüzey EKG'de uyarının sinüs düğümünden çıktığının belirleyen bir dalga yoktur. Yüzey EKG'de P dalgası atriyal aktivasyonun ifadesidir. Atriumlar P dalgasının başında yüksek sağ atriumdan aktive olmaya başlarlar. Sol atriyumun distal kısmı yaklaşık 60 msn veya EKG üzerinde P dalgasının başlangıcından sonra 1,5 küçük karelik bir sürede depolarize olur. P dalgasının normal süresi başlangıcından bitimine kadar ölçüldüğünde yaklaşık 60 msn kadardır. P dalgasının amplütüdü genellikle 2,5 mm den küçüktür ve mermi şeklindedir. Atrio-ventriküler iletim ekseninde bulunan AV düğümün depolarizasyonu rutin yüzey EKG'de görülebilir bir defleksiyon üretmez. PR aralığı P dalgasının başlangıcından QRS kompleksinin başlangıcına kadar ölçülür. PR segmenti P dalgasının sonundan QRS kompleksinin başlangıcına kadar olan kısımdır. Atriyal repolarizasyonun sebep olduğu Ta dalgası PR segmentinde başlar ve ST segmenti boyunca devam eder. Ta dalgası diğer dalgalar tarafından örtüldüğü için yüzey EKG'de görülmez. QRS kompleksi ventriküler depolarizasyon sebebiyle oluşur. Genellikle elektrokardiyogramda en hızlı ve yüksek dalgadır. Eğer QRS kompleksi negatif bir

defleksiyonla başlarsa bu ilk negatif defleksiyon Q dalgası olarak adlandırılır. Q dalgası tüm derivasyonlarda görülmez. İlk pozitif defleksiyon R dalgasıdır. İkinci negatif defleksiyon S dalgasıdır. Sadece bir büyük negatif defleksiyon varsa bu QS dalgası olarak adlandırılır. İkinci bir R dalgası varsa bu R^{I} dalgası S dalgası varsa bu S^{I} dalgası olarak adlandırılır. ST segmenti QRS kompleksinin sonundan T dalgasının başına kadar uzanır(Şekil 1). Ventriküler repolarizasyon ile ilişkilidir. Ventrikül kasının repolarizasyonu T dalgasını üretir. T dalgası genellikle sığ bir çıkış ve keskin iniş gösterir biçimde yuvarlaktır. QT mesafesi QRS kompleksinin başından T dalgasının sonuna kadar olan mesafedir. Ventrikül kasının elektriksel depolarizasyon ve repolarizasyon süresinin toplamını gösterir. Kalp hızı ile değişmekle birlikte yaklaşık QRS kompleksleri arasındaki mesafenin yarısı kadardır. Q-OT intervali QRS kompleksinin başından T dalgasının başına kadar olan bölümdür. Repolarizasyonun başlama zamanı olarak ölçülür. Bazı derivasyonlarda U dalgası görülebilir. Ventriküler Purkinje hücrelerinin repolarizasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. T dalgasından daha düşük eğimle çıkış ve iniş gösteren amplütüdü T dalgasının amplütüdünden daha düşük olan bir dalgadır (Şekil 1). T-P intervali veya U dalgası varsa U-P intervali gerçek izoelektrik hattır. Amplitüd ölçümleri T-P intervali esas alınarak yapılır.

4.2.1-Ventriküler depolarizasyon ve QRS kompleksi

QRS kompleksinin başlangıcında sol ventrikül endokardiyumunda üç bölge eş zamanlı olarak aktive olur. Ventriküler septumun sol tarafının santral kısmının aktivasyonu ana sol dalın ilk dalcıklarının depolarizasyonu ile sonuçlanır. Ön papiller kasın tabanında yüksek ön paraseptal duvar sol ön fasikül tarafından uyarılır. Apeks taban uzaklığının 1/3'ünü oluşturan arka-alt ventriküler septum sol arka fasikül tarafından uyarılır. Bu yüzden başlangıç vektörü, sağa doğru septal depolarizasyon, ön göğüs duvarına radial olarak ilerleyen ön sol ventriküler aktivasyon ve ön göğüs duvarından uzaklaşarak sol arka endokardiyal yayılım gösteren aktivasyonun toplamıdır. Ön ve arka sol ventriküler güçler normal kalpte bir birini iptal eder. Soldan sağa septal vektör kalır. Bu yüzden septumun sol-sağ aktivasyonu öne, sağa ve yukarya doğru bir vektöre sebep olur. Bu genellikle D I, aVF, V_6 da Q algasının, V_1 de R dalgasının oluşmasına sebep olur. Sol ventrikülün endokardiyal yüzeyi aktive olduktan sonra sağ dalın sonlandığı moderatör bant düzeyinde sağ ventrikülün endokardiyal yüzeyi aktive olur. Sağ dal sol daldan daha uzun olduğu için ve sağ dalın proksimali izolasyonlu olduğundan sağ da aktivasyon daha sonra olur. Sağ ve sol ventrikülün serbest duvarları zıt yönlerde aktive olurlar, sol ventrikül duvarı daha kalın

olduğu için buradan kaynaklanan vektörün yönü kalbin uzun ekseni boyunca sola, öne ve aşağıya doğrudur. Forantal planda yaklaşık + 60 derece olan vektör D I ve aVF'de R dalgasını oluşturur. Üçüncü periyot sol ventrikül endokardiyal-epikardiyal vektördür. Sağ ventriküler endokardiyumun tamamı ve sol ventriküler endokardiyumun büyük bir kısmı bu periyotta aktive olur. Aktivasyon endokardiyumdan epikardiyuma doğru olduğu için epikardiyum boyunca impulsların çok azı yayılır. Epikardiyal aktivasyon ilişkili endokardiyal aktivasyondan yaklaşık 25 msn daha geç oluşur.

4.2.2-Ventrikül kasının repolarizasyonu ve T dalgası

Ventrikülün repolarizasyonu sistematik olarak meydana gelir ilk olarak aktive olan sahalar en uzun refrakter periyottadır ve en son istirahat membran potansiyeli durumuna döner. Endokardiyum epikardiyumdan çok daha uzun süre refrakter periyottadır. Apeks tabandan daha uzun süre refrakter periyottadır. Bu ventrikülün tamamının yaklaşık olarak aynı zamanda istirahat membran potansiyeline dönmesine sebep olur.

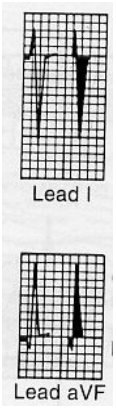
U dalgası purkinje hücrelerinin normal repolarizasyonunun bir sonucu olarak ortaya çıkar.

4.2.3-Ortalama vektör (aks)

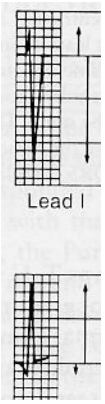
Kardiyak güçlerin vektörünün büyüklük ve yönleri zamandan zamana kalbin farklı bölgelerinin aktive ve istirahatta olmasına göre değişir. Atrial ve ventriküler depolarizasyon ve repolarizasyonu oluşturan 4 sürecin her biri için ortalama vektör bu intervaller esnasındaki tüm anlık vektörlerin ortalama yön ve büyüklüklerinden hesaplanabilir.

4.2.3.1-Frontal planda QRS ortalama vektörü

En yaygın olarak hesaplanan ortalama vektör frontal planda QRS kompleksi için hesaplanan ortalama vektördür. Ortalama vektörü belirlemede en gerçekçi ve en yorucu yöntem QRS kompleksinin her bir dalgasının açık uçları birleştirilerek alan ölçmedir. Her bir komponentin alanı üçgenmiş gibi ölçülür. Üçgen alanı milimetre cinsinden taban uzunluğunun yarısı yükseklikle çarpılarak hesaplanır. İzoelektrik hattın altında kalan alan üstünde kalan alandan çıkarılarak alanların cebirsel toplamı bulunur. DI ve aVF'nin cebirsel toplamı ile QRS aksı ve açısı belirlenebilir (Şekil 3).



Şekil 3. Frontal planda QRS aksının alan hesaplama yöntemi ile belirlenmesi.



Şekil 4. Genliklerin cebirsel toplamını kullanarak QRS aksının belirlenmesi.

İkinci en gerçekçi olarak kullanılan metot: genliklerin cebirsel toplamının kullanılmasıdır (Şekil 4).

Ortalama vektörü tahmin etmek için kullanılan en pratik yöntem, en izoelektrik iki kompleksi belirlemedir. Pozitif ve negatif defleksiyonların toplamının sıfıra eşit olduğu derivasyonlar belirlenir. QRS kompleksinin ortalama vektörü buna dik olan derivasyondur. İki olası dik vektör vardır. Bunlardan hangisinin gerçekten ortalama QRS vektörü olduğunu belirlemek için maksimum net pozitif defleksiyonlu leade bakılır. Frontal planda tüm QRS kompleksleri eşit olduğu zaman ortalama vektör belirsizdir. Herhangi bir hesaplama yapılamaz.

QRS kompleksinin ortalama vektörü horizontal planda rutin olarak hesaplanmaz.

4.2.3.2-T dalgasının ortalama vektörü

Frontal planda T dalgasının ortalama vektörü QRS komleksi için kullanılan aynı metotla hesaplanabilir. Genellikle T dalgasının ortalama vektörü QRS kompleksininki ile aynı yöndedir. Bu nedenle pozitif QRS kompleksi pozitif T dalgasına sahip olma eğilimindedir. Bu iki ortalama vektör arasındaki açı QRS-T açısı olarak adlandırılır. Maksimum kabul edilebilir açı büyüklüğü yaş ile değişir. Altı aydan büyük çocuklarda bu açının 60 dereceden büyük olması anormaldir.

Horizontal planda QRS-T açısı normalde hesaplanmaz. Bunun yerine sağ ve sol uçlarda bulunan leadlere bakılır. Yaklaşık olarak 5 gün ile adölesan arasında V_1 ve V_{3R} da T dalgaları negatiftir. V_6 da T dalgası tüm yaşlarda pozitiftir.

4.2.3.3-P dalgasının ortalama vektörü

Frontal planda ortalama vektör atriyal depolarizasyonun kaynaklandığı yerden hesaplanır. Ortalama vektörü hesaplamak mümkün iken pratikte vektörün hangi kadranda olduğu belirlenir. Eğer DI de P dalgası izoelektrik veya pozitif ve aVF'de izoelektrik veya pozitif ise ortalama vektör 0 ile +90 derece arasındadır. Atriyumun depolarizasyonu yüksek sağ atriyumdan bir başka deyişle sinüs nodundan başlar. Eğer P dalgası aVF'de negatif, DI'de izo elektrik veya pozitif ise ortalama vektör -1 ile – 90 derece arasındadır, atriyum depolarizasyonu sağ atriyum tabanı bölgesinden başlar. P dalgası DI'de negatif ise ortalama vektör +91 ile – 91 derece arasındadır atrium depolarizasyonu sol atriumdan başlar.

Ortalama vektör horizontal planda değişkendir ve atriyal depolarizasyonun yerini belirlemede yardımcı değildir.

4.2.4-Kalp Hızı

Sinüs ritminde kalp hızı EKG'de arka arkaya gelen P veya R dalgaları arasındaki sürenin belirlenmesi ile ölçülür. Her defleksiyonun pik yaptığı zamandan ziyade başlangıcının zaman olarak kullanılması gerekir. Kompleksin şeklinde bir değişme olduğu zaman kompleksin başlangıcı ile ilgili olarak farklı bir zamanda pik meydana gelirse yanlış bir ölçüme sebep olabilir. Tam olarak kalp hızı 60'ın saniye cinsinden RR mesafesine bölünmesi ile bulunabilir.

4.2.5-P Dalgası

P dalgası DI ve DII'de genellikle simetriktir. Normal şekli mermi şeklindedir. Normal çocukların ¼'ünde çentiklidir. V_1'de bifaziktir, negatif son kısmının derinliği 1 mm den az ve süresi 0.04 mm den kısadır. Üç yaş üzeri çocuklarda normal süresi 0.05-0.1 sn arasındadır. Tüm yaş gruplarında amplütüdü 2,5 mm'den azdır. P dalgasının ortalama vektörü atriyal yerleşim situs solitus olduğu zaman, sinüs ritminde (0)–(+90) derecedir.

4.2.6-PR Süresi

P-R süresi P dalgasının başlangıcından QRS kompleksinin başlangıcına kadar olan mesafedir. Atriyal veya ventriküler depolarizasyonun gerçek başlangıç zamanı bir leadde kaydedilemeye bilir, çünkü başlangıç güçleri leade dik olarak uzanır. Bu nedenle P dalgası ya da QRS kompleksinin başlangıç kısmı o leadde izo elektrik olabilir. Sonuç olarak farklı leadlerden ölçülen PR mesafeleri arasında 0,04 sn kadar bir fark olabilir. Genellikle bu süre 0,02 sn veya daha kısadır. Pratikte bu ölçüm en uzun

RR mesafesi veya DII den yapılır. Pratikte kullanılan ölçümlerde sadece DII için çocuklarda standartlar elde edilmiştir. Normal kalpte kısa PR mesafesinin en sık sebebi alt sağ atriyal pacemakerdir. P dalgası o halde aVF'de negatif DI'de izoelektrik veya pozitiftir. Uyarı atriyumda aşağıdan kaynaklandığı zaman yüksek sağ atriyumdan aşağı sağ atriuma iletim zamanını açıklayan 0,04 saniyelik PR intervali elimine edilir. Bu nedenle aşağı sağ atriyal pacemaker durumunda PR mesafesi normalden 0,04 ms daha kısa olabilir. Normalde PR mesafesi yaş ile artarken kalp hızı ile azalır. Kalp hızında azalma ile PR mesafesinde artma, normalde yaş arttıkça kalp hızının azalması ile açıklanabilir.

4.2.7-PR Segmenti

PR segmenti P dalgasının sonundan QRS kompleksinin başına kadar olan süredir. Bu segmentin uzunluğu değişkendir ve PR mesafesinin süresine bağlı olarak değişir. Çocuklarda belirlenmiş normal PR segmenti değerleri yoktur. Kısa PR segmentine WPW sendromundan ziyade normal PR mesafeli uzun P dalgası tarafından sebep olunur.

Çocuklarda PR segmentinin önemi EKG'de izoelektrik hattı tahmin etmede kullanılabilir olmasıdır. Gerçek izoelektrik hat TP segment ile belirlenir. Kalp hızı arttığı zaman T ve P dalgaları birbirine yaklaşır ve T-P segmenti görülmeyebilir. Bu durumda PR segmenti izoelektrik hat olarak kullanılabilir. PR segment atriyal repolarizasyonun normal Ta dalgası nedeniyle gerçek izoelektrik hattan 0,8 mm daha aşağıda olabilir.

4.2.8-QRS Kompleksi

QRS kompleksinin süresi kompleksin başından sonuna kadar ölçülür ve ventriküler depolarizasyonu temsil eder. Prekordiyal leadlerde ekstremite leadlerinden 0,01-0,02 sn daha uzun olabilir. Normal değeri ölçmek için genellikle V_5 kullanılır, V_5'de Q dalgası genellikle vardır ve bu leadde QRS kompleksinin sonlanması net olarak belirgindir. Ventriküler kas kitlesi arttıkça QRS süresi uzar. Yaşla kas kitlesi arttığı için QRS süresi yaş ile artma eğilimindedir.

QRS kompleksinin ortalama vektörü yaş ile sola doğru kayar.

Başlangıç güçlerinin yönüne ve leade bağlı olarak Q dalgası olabilir veya olmayabilir. Ventriküler depolarizasyonun geri kalan kısmında R ve S dalgası oluşur. Normal çocukların 1/20'sinde S dalgasını ikinci bir R dalgası takip eder ve bu RSR' paterni olarak adlandırılır. RSR' paterni inkomplet sağ dal bloğu ve sağ ventrikül

hipertrofisinde de bulunur. Q dalgasının normal süresi yaşa ve leade göre değişir. Normalde aVL'de 2 mm, DI'de 3 mm, DII ve aVF'de 4 mm'den küçüktür.

4.2.8.1-R ve S Dalgaları

Frontal planda ventriküller büyük oranda birbiri üzerinde uzandığı için, sağ ventriküler güçleri sol ventrikülden ayırma en iyi horizontal planda da yapılabilir. Bu nedenle R ve S dalgasının amplütüdü sadece horizontal planda değerlendirilebilir. Normal ventrikül ilişkili normal bir kalpte sağ ventriküler güçler öne ve sağa yönelir. Ön güçler V_1'de R dalgasının boyu, sağ taraf güçleri V_6'da S dalgasının derinliği ile temsil edilir. Aksine sol ventrikül tarafından üretilen arka güçler V_1'de S dalgasının derinliği, sol taraf güçleri V_6'da R dalgasının boyu ile temsil edilir. Sol ventriküler güçler sol taraf güçleri ile arka taraf güçlerinin toplamı, bir başka deyişle V_1'de S dalgasının derinliği ile V_6'da R dalgasının yüksekliğinin toplamı şeklinde verilebilir.

Geçiş leadlerinde R ve S dalgasının genlikleri hemen hemen eşittir. Bu leadler her iki leadin de aktivitesini kaydeder. Eğer geçiş leadlerinde R ve S dalgalarının amplütüdleri artarsa bi ventriküler hipertrofiden bahsedilir. Yaşla birlikte sağ ventrikülü yansıtan dalgaların amplütüdleri azalırken sol ventrikülü yansıtan dalgaların boylarında artma olur. Ayrıca bu dalgalardaki değişkenlik de yaşla azalır. Adölesan ile cinsiyete göre QRS kompleksinin amplütüdlerinin alt limitlerindeki fark belirgin hale gelir. Özellikle sol prekordiyal leadlerde R dalgası amplütüdleri kızlarda daha küçüktür. Bu kızlarda meme dokusunun gelişmesi veya kalbin kızlarda daha küçük olması ile açıklanabilir. Irk ve vücut yapısı ile ilgili değişiklikler adölesan dönemde aşikar hale gelir. Yüksek midprekordiyal voltajlar siyahlar ve zayıf göğüs duvarı olanlarda görülür.

4.2.8.2-QRS Kompleksinin Alt Limiti

QRS kompleksinin alt limiti de önemlidir. Çünkü düşük voltaj QRS kompleksi genellikle miyokardiyal ödemin, miyokardın fonksiyon kaybının, kalp ve göğüs duvarı arasındaki uzaklığın artmasının bir bulgusudur. QRS kompleksinin anormal olarak düşük voltaj kriteri; kombine R ve S dalgasının toplam amplütüdü ekstremite leadlerinin her birinde 5 mm veya daha küçük veya göğüs leadlerinin her birinde 8 mm veya daha küçük olmasıdır.

4.2.9-ST Segmenti

EKG üzerinde S dalgasının sonundan T dalgasının başına kadar olan mesafedir. ST segmenti normalde T dalgasının proksimal kolu içine doğru hafifçe eğim yapar ve mükemmel bir şekilde horizontal değildir. ST segmentinin izoelktrik hattan

aşağı veya yukarı sapmasını belirlemek için izoelektrik hat olarak PR segmentini almak en iyi seçenektir. Çocuklarda ST segmenti herhangi bir leadde 1 mm den fazla yükselmez, 0,5 mm den fazla çökmez. İstisnası adölesanda erken repolarizasyon sendromudur, bunlarda midprekordiyal leadlerde ST segment 4 mm ye kadar yükselebilir.

4.2.10-T Dalgası

T dalgası normalde asimetriktir. Çıkan kol inen koldan daha yüksek açılı bir eğime sahiptir. T dalgasının amplütüdü spesifik leadlerden genellikle ölçülmez. Çünkü normal çocuklarda bu çok değişkendir. Bununla birlikte birkaç leadde düşük voltaj veya düz T dalgası bir anormalliği gösterebilir. DI, DII, V_6'da T dalgasının, 48 saatten büyük tüm çocuklarda 2 mm den büyük olması gerekir. Tüm ekstremite leadlerinde T dalgasının amplütüdünün 7 mm, prekordiyal leadlerde 10 mm'den büyük olması patolojiktir. T dalgasının ortalama vektörü genellikle QRS kompleksininkine paraleldir. Bu yüzden 48 saatten büyük tüm çocuklarda D I, DII ve V_6'da T dalgası pozitiftir.

4.2.11-U Dalgası

Normal U dalgası, öncesindeki T dalgası ile aynı polariteye sahiptir fakat genellikle T dalgasının ¼'ünden daha küçük amplütüde sahiptir. Normalin çok geniş varyasyonlarının olduğu düşünülürse de normal U dalgasının amplütüdü T dalgasının amplütüdünün yarısından fazla olmamalıdır. En yüksek amplütüdlü U dalgaları V_2-V_4 arasındaki leadlerde kaydedilir. Normal U dalgasının şekli T dalgasınınkinden çıkan kolunun inen kolundan daha dik olması ile farklıdır.

Sinüs ritminde P dalgasını T veya U dalgasından ayırmak bir çok leade bakarak kolaylaştırılabilir. P dalgası lead II de çok belirgin V_4-V_7 de daha az belirgindir.

4.2.12-QT Süresi

QT süresi QRS kompleksinin başından başlayıp T dalgasının sonuna kadar olan mesafedir. Herhangi bir leadde en uzun mesafenin kullanılması gerekir. T dalgasının sonunu belirlemek genellikle güç olduğu için bu konu da geliştirilmiş bazı kurallar vardır. Eğer T ve U dalgaları ayrı ayrı görülebiliyorsa ve U dalgasının amplütüdü T dalgasınınkinin yarısı veya yarısından daha az ise QT intervali T dalgasının bitiminde sonlanır. Eğer tek bir dalga görülüyorsa ve bu dalgada herhangi bir leadde çentiklenme yoksa QT intervali ölçümüne bütün dalga dahil edilir. Tek bir dalga görülüyor fakat çentiklenme var ve amplütüdün son bölümü ilk bölümünün yarısından az ise o zaman ilk kısmın inen kolu QT intervali ölçümü için kullanılmalıdır.

Çentikli tek bir dalga var ve son bölümün aplütüdü ilk bölümün amplütüdünün yarısından fazla ise tüm dalga T dalgası olarak QT intervali ölçümüne dahil edilmelidir.

QT intervali kalp hızı ile değişir. Bazzet formülüne göre düzeltilebilir. Düzeltilmiş QT intervali (QTc) saniye cinsinden QT mesafesinin RR mesafesinin karekköküne bölümüne eşittir. QTc 12 yaşından küçük çocuklarda 0,40 sn.den, 12 yaşından büyük çocuklarda 0,43 sn.den büyükse anormaldir.

4.2.13-Q-OT İntervali

QRS kompleksinin başlangıcından T dalgasının başlangıcına kadar olan kısımdır. QT_C intervali gibi kalp hızına göre düzeltilebilir.

4.2.14-TP İntervali

T veya U dalgasının sonundan P dalgasının başlangıcına kadar olan kısımdır. Bu son ventriküler repolarizasyon ve yeni başlayan atriyal depolarizasyon arasında elektrokardiyogramın gerçek izoelektrik segmentidir.

5- EKG PARAMETRELERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yaş normal infant ve çocuklarda EKG parametrelerini etkileyen en önemli etkendir. Bu nedenle QRS morfolojisi, QRS süresi ve ST segmenti ve T dalgası paternleri değerlendirilirken yaşı ile bu parametrelerde oluşan değişimlerin bilinmesi son derece önemlidir. Değişim dönemleri olduğu için fetustan yenidoğan ve infant dönemine, çocukluk çağından yetişkine kadar elektrokardiyogramda normalin farklı paternleri meydana gelir. Bu variyasyonlar fizyolojideki değişikliklerden, kalbin vücuda oranındaki büyüklük ve pozisyonunda meydana gelen değişikliklere kadar ve vücudun tüm yapılarında zamanla meydana gelen değişmelerden kaynaklanır. Amplütüd, depolarizasyon ve repolarizasyon yönünde en büyük değişiklikler hayatın ilk bir yılında meydana gelir. Daha sonra da değişiklikler yavaş bir şekilde devam eder ve bunlar da EKG'ye yansır. EKG değerlerinin yaş ile değiştiği yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir[3,4,7,8].

Atletlerde yanlış pozitif EKG bulguları sıktır. Bu kişilerde sol ventrikül hipertrofisi, nonspesifik ST-segment ve T-dalga değişiklikleri ve miyokard enfarktüsünü düşündüren Q-dalga değişiklikleri görülebilir.

Cins ve ırkında EKG parametreleri üzerine etkisi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.

6-EKG ÖLÇÜMLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yapılan EKG kayıtlarında yukarıda açıklanmış olan parametreler ölçülmektedir. Yapılmış çalışmalarda değişik yaş grupları için normal değerler belirlenmiştir. Ancak bu değerlerin verildiği çalışmalarda ölçüm teknikleri sonuçları etkileyebilecek düzeyde farklılık göstermektedir.

Bir çok çalışmada olduğu gibi ölçümler kağıt üzerine yapılan kayıtlardan elle yapılabilir. Ancak bugün dijital kayıtları alınmış olan EKG kayıtlarının bilgisayar ile analizlerinin daha doğru sonuçlar verdiğine inanılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda analog EKG cihazları ile alınan kayıtlarda genliklerin dijital cihazlarla alınan kayıtlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur.

Dijital cihazlar arasında da yapılan ölçümleri etkileyen en önemli parametre cihazın örnekleme hızıdır (*sampling rate*). Yapılan çalışmalar 250 Hz örnekleme hızının yetersiz olduğunu göstermiştir. Bugün 1000-1200 Hz örnekleme hızına sahip dijital cihazlarla EKG kayıtları alınabilmektedir.

III

GEREÇ VE YÖNTEM

Erzurum şehir merkezinde 6–16 yaş grubu ilköğretim okulu öğrencilerinde normal EKG standartlarını belirlemeye yönelik çalışma için; Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulunun onayı alındıktan sonra, çalışmanın yapılacağı okullarda çocukları muayene edebilmek ve EKG'lerini çekebilmek için Erzurum Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden yazılı izin alındı. Saha çalışması Ekim 2004-Haziran 2005 tarihleri arasında yapıldı.

1-Hasta Seçimi

Çalışma için Erzurum şehir merkezinde bulunan 42 ilköğretim okulu seçildi. Okullardan sınıf listeleri alınıp, bu okulların her sınıf ve her şubesinden 1/10 küme örnekleme yöntemi ile çalışma yapılacak öğrenciler belirlendi. Seçilen öğrencilerin velileri bilgilendirme formu ile bilgilendirildi (Ek 1). Daha sonra çocuğunun çalışmaya katılmasını istediğine dair yazılı izini ve imzası alındı. Çocuğunun çalışmaya katılmasını kabul eden veliler, tarafımızdan hazırlanan ve çocuk hakkında bilgileri içeren formu muayene yapılmadan birkaç gün önce doldurdular (Ek 2). Çalışmaya katılmayı kabul etmeyen, bilinen bir sistemik hastalığı olan, muayene günü herhangi bir sebeple okula gelemeyen ve Erzurum şehir merkezine sonradan gelen öğrenciler çalışmaya alınmadı. Belirtilen bu sebeplerle çalışma dışı bırakılan öğrencinin yerine sınıf listesine göre bir önünde bulunan öğrenci çalışmaya dahil edildi. Her hangi bir sebeple seçilen bu öğrencinin de çalışma dışı kalması durumunda asıl olarak seçilen öğrencinin bir sonrasında bulunan öğrenci çalışmaya alındı. Çalışmanın başında bu öğrenciler yedek olarak belirlendiği için, bu öğrencilerin velilerine de asıl olarak seçilen öğrenciler gibi çalışmanın yapılacağı günden birkaç gün önce bilgilendirme formu ve çocuğunun çalışmaya katılmasını kabul eden aileler tarafından doldurulması gereken bilgi edinme formu dağıtıldı. Okullarda sağlanan uygun odalarda çalışmaya dahil edilen tüm öğrenciler araştırmacı tarafından tam bir fizik muayene ile değerlendirildi ve fizik muayene sonuçları daha önce hazırlanan bir forma kaydedildi. Yardımcı bir araştırıcı tüm öğrencilerin ağırlık ve boylarını ölçüp, bir sfigmomanometre ile kan basınçlarını ölçtü ve kaydetti (Ek 3). Daha sonra hastaların EKG'leri araştırmacı tarafından kaydedildi.

2. EKG çekimi

2.1-EKG çekimi öncesi hazırlık

Okullarda çocukların kendilerini rahat hissetmesini sağlamak için EKG çekimi ve çocukların muayenesi için özel odalar oluşturuldu. EKG çekimi yapılmadan önce tüm çocuklara EKG çekimi, diğer ölçümler ve muayene hakkında bilgi verildi. Böylece heyecanla oluşabilecek EKG değişiklikleri en aza indirilmeye çalışıldı. Çocuklar ağırlıklarının, boylarının, tansiyonlarının ölçülmesini takiben tam bir fizik muayeneden geçirildi. Son olarak çocuklar gövde kısımları çıplak olacak şekilde sırt üstü yatırıldı.

2.2-EKG çekimi için bağlantılar

Elektrotlar Şekil 5'de belirtilen şekilde çocuklara bağlandı.

a. Üst ve alt ekstremite elektrotları: el ve ayak bileklerine yapıştırıldı.

b. Göğüs derivasyonları: bütün uluslar tarafından kabul edilmiş olan altı göğüs derivasyonu aşağıda tarif edilmiştir.

V1: Dördüncü interkostal aralığın sternumun sağ kenarı ile birleştiği nokta

V2: Aynı aralığın sternumun sol kenarı ile birleştiği nokta

V3: İkinci ve dördüncü noktaların tam ortası

V4: Beşinci interkostal aralığın sol medioklavikular çizgi ile kesiştiği nokta

V5: Dördüncü nokta seviyesinden geçen yatay çizginin ön koltuk altı çizgisi ile kesiştiği nokta

V6: Dördüncü ve beşinci noktadan geçen çizginin orta koltuk altı çizgisi ile kesiştiği nokta

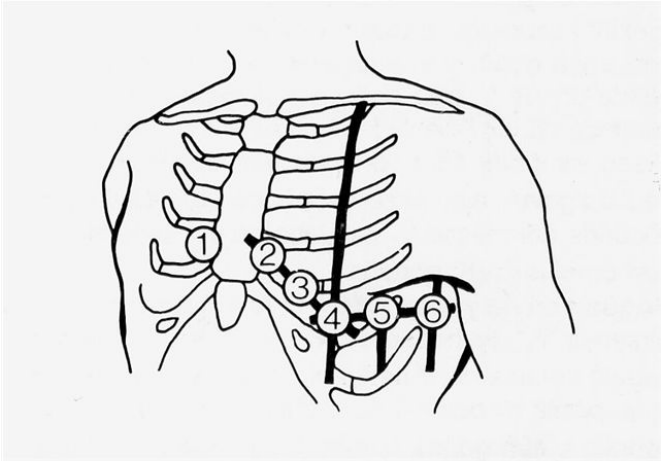
Biz çalışmamızda Rijnberg ve arkadaşlarının tercih ettiği gibi V3 yerine V3R ve V5 yerine V7 derivasyonlarını kullandık. Bu kayıtlar için elektrotlar aşağıdaki gibi yerleştirildi.

V3R: Üçüncü noktanın sağda simetriği olan nokta

V7: Dördüncü ve beşinci noktalardan geçen çizginin arka koltuk altı çizgisini kestiği nokta

İdeal EKG yorumunun parazitsiz EKG kaydı almakla başladığı görüşünden yola çıkılarak deri direncini azaltmak için cilt alkolle temizlendikten sonra elektrotlar azami dikkat gösterilerek doğru bir şekilde yerleştirildi. Kablolar elektrotlara bağlandıktan

sonra, yeterli bir istirahat periyodu beklenerek çocuğun maksimum düzeyde rahatlaması ve kalp hızının düşmesi beklendi.



Şekil 5. EKG kaydı almada kullanılan göğüs derivasyonlrında, elektrotların bağlanma noktaları.

2.3-EKG çekiminde kullanılan sistem

Çalışmamızda EKG kayıtları alınırken EKG Master USB (TEPA Medical and Electronic Products Industry and Trade Incorporated, Ankara, TURKEY) kayıt sistemi kullanıldı. EKG Master USB bilgisayar tabanlı EKG cihazıdır. Kişisel bilgisayarın standart USB (*U*niversal *S*erial *B*us) portundan çalışır. Cihaz uygun USB çıkışı olan dizüstü veya notebook da dahil her türlü bilgisayarla çalışır. Çalışmamızda cihaz bir dizüstü bilgisayara bağlanarak kullanılmıştır.

Kullanılan EKG kayıt sisteminin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- 12 kanal gerçek zamanlı izleme,
- Standart 12 kanal: DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF, V1-V6.
- Örnekleme oranı: Yazılım kontrolü ile beraber saniyede kanal başına 1000 örnekleme
- Frekans yanıtı: 0,05 (Zaman sabiti: 3,2 sn) - 300 Hz (3 dB izole)
- Ortak modda işaret bastırma oranı (CMRR): 120 dB
- Örnekleme duyarlılığı: 0,4 µV'den daha iyi

Cihaz aracılığı ile kayıt alınabilmesi için üretici firma tarafından geliştirilmiş olan özel bir kayıt ve analiz programı (WinEKG Pro-TEPA Medical and Electronic Products Industry and Trade Incorporated, Ankara, TURKEY) kullanıldı.

WinEKG Pro programının özellikleri:

- EKG sinyallerinin 12 kanal gerçek zamanlı izlenebilmesi
- Kullanıcı seçimi ve ayarlanabilir sinyal gösterimi formatları: 6x2, 3x4,12x1,6x1,3x1 ve 1x1
- 1 saate kadar uzun kayıt alma özelliği
- Sürekli izleme imkânı
- Yazılım filtreleri: EMG Filtresi (40 Hz alçak-geçiren); Taban Çizgisi Filtresi (0,5 Hz yüksek geçiren); Şebeke Elektromanyetik Enterferans Filtresi (50 ya da 60 Hz Çentik Filtre)
- Ekran ve çıktıda sinyal kazancı: 5, 10, 20, 40 mm/mV (±5%) (ölçekli arka plana göre)
- Çıktıda ve ekranda zaman ölçeği: 12.5, 25, 50, 100 mm/sn (±5%) (ölçekli arka plana göre)
- EKG bilgi arşivleme (SCP-ECG formatında EKG dosyaları), tekrar inceleme ve raporlama
- Alınan sinyallerinin ekran üzerinde kumpas özelliği ile inceleyebilmesi

2.4-Kayıt alınması

Hasta ile bilgisayar arasındaki bağlantı sağlandıktan sonra monitörde alınan EKG kaydı gözlendi. Kaydın yeterli kalitede olduğuna karar verilince 30 saniye süre ile dijital EKG kaydı alındı ve bu kayıtlar bilgisayara dijital veri olarak kaydedildi. Kaydın uygun olmadığı düşünülürse hastadan yeni EKG kaydı alındı. Tüm kayıtlar aynı araştırmacı tarafından yapıldı.

3-Kayıtların analizi

Tüm kayıtlar yüksek çözünürlüklü ekranı olan bir bilgisayara aktarıldı. Tez yöneticisi tarafından her kayıt normal EKG parametrelerini etkileyecek preeksitasyon, tam dal bloğu gibi patolojiler yönünden teker teker incelendi. Bu tip patolojiler saptanan

kayıtlar çalışmadan çıkarıldı. Kayıtta en iyi olduğu düşünülen bölge işaretlenip programın ölçüm modülü aracılığı ile ölçümler yapıldı. Her ölçümde sonuçlar ve EKG kaydı karşılaştırılarak ölçümlerde gösterilen sonuçlar ile EKG kaydındaki dalga formlarının uyumlu olup olmadığı incelendi. Sistemin mevcut dalga formlarını tanıyamadığı durumlarda kaydın diğer bölümlerinden yeni ölçümler yapıldı. Buna rağmen dalga formlarının tanınmadığı kayıtlar çalışmadan çıkarıldı. Standardizasyon sağlamak için tüm ölçümlerde 50 Hz şebeke elektromanyetik enterferans filtresi ve 40 Hz alçak-geçiren EMG filtresi uygulandı.

4-Öğrencilerin geriye dönük olarak değerlendirilmesi

Kayıt öncesi yapılan fizik muayenede kardiyovasküler sisteme ait anormal bulgu saptanan hastalar hastaneye çağrılarak ileri incelemeler yapıldı, ve EKG parametrelerini etkileyecek sağlık sorunu saptanan öğrenciler çalışma dışı bırakıldı.

Tüm hastaların boy ve kiloları Türk çocuklarında büyüme gelişme normlarına[21] göre değerlendirildi. Boy ve/veya kiloları <3 persantil veya >97 persentil olan öğrenciler çocuklar çalışmadan çıkarıldı.

5-Verilerin analizi

Bu çalışma için Erzurum şehir merkezindeki ilköğretim okullarına devam eden 55000 çocuk arasından küme örnekleme yöntemiyle 3770 (kız=1989, erkek=1781) çocuk sistematik bir şekilde seçildi. Tüm çocukların fizik muayeneleri yapıldı ve EKG kayıtları alındı. Hedef populasyonu temsil edecek sayıda (1822) çocuk, 3770 çocuk arasından seçildi ve bu çalışmaya dahil edildi. Bu öğrencilerden bazıları aşağıda belirtilen nedenlerle çalışma dışı bırakıldı; romatizmal kalp hastalığı (mitral yetersizliği=2), konjenital kalp hastalığı (aort koarktasyonu=1, mitral valv prolapsusu=2, paraşüt mitral kapak=1, ventriküler septal defekt=1, coil embolizasyonu yapılmış patent duktus arteriozus=1), boy ve/veya vücut ağırlığının <3 persantil olması (n=63), vücut ağırlığı >97 persantil olması (n=1). İki EKG Wolf-Parkinson-White Sendromu saptanması ve 218 EKG ise kayıtların değerlendirmeye uygun olmaması veya mevcut dalga formlarının program tarafından tam tanınmaması nedeniyle toplam 292 öğrenci çalışma dışı bırakıldılar. Geriye kalan 1530 EKG örneğinden elde edilen ölçümler çalışma grubunu oluşturdu. Çalışma grubunda yaş gruplarına göre cinsiyet dağılımı Tablo 1'de gösterildi.

Tablo 1. Yaş ve cinse göre çalışma gruplarının dağılımı

Yaş	Cins		Toplam
	Erkek	Kız	
6-8	112	152	264
8-12	349	341	690
12-16	293	283	576
Toplam	754	776	1530

Tüm veriler SPSS paket programına yüklendi**.** Hastaların yaşları, EKG kaydının yapıldığı tarihten bilgi formalarında yazılı olan doğum tarihleri çıkarılarak hesaplandı. Daha sonra yaşlar 6 aylık periyotla en yakın yaşa yuvarlandı. Hastalar Rijnberg ve arkadaşlarının benimsediği yolla 6-8 yaş grubu (6,7 yaşlar), 8-12 yaş grubu (8, 9, 10, 11 yaşlar) ve 12-16 yaş grubu (12, 13, 14, 15, 16 yaşlar) şeklinde 3 gruba ayrıldı.

Ölçülen değerlerin dağılımında 2. ve 98. persantiller normalin alt sınırı ve üst sınırı olarak kabul edildi. Q, R ve S dalgalarının olmadığını gösteren “0” genlik değerleri verilerin istatistik analizlerinden çıkarıldı. Q ve S dalgalarının izoelektrik hatta göre negatif oluşları önem sahibi olmadığından değerler pozitifleştirilerek analizler yapıldı. Buna karşın P dalga genliğinin bazı derivasyonlarda negatif veya pozitif olabilmesi, QRS aksı ve P aksının pozitif veya negatif değerlere sahip olabilmesi nedeniyle bu parametrelerin analizi pozitif veya negatif değerler korunarak yapıldı.

Bir parametre için persantil değerleri belirlenmeden önce, her yaş grubunda o parametrenin dağılımının *gaussian* olup olmadığı *One-sample Kolmogorov-Smirnov* testi ile değerlendirildi. *Gaussian* dağılım göstermeyen parametrelerde, analiz sisteminin verdiği en düşük ve en yüksek uç değerler (*extreme values*) çıkarıldıktan sonra kalan ölçümlerden persantil değerleri belirlendi.

IV

BULGULAR

Tablo 2'den tablo 7'ye kadar klinik olarak birbiri ile en ilişkili olan parametrelerin normal limitleri verilmiştir. Normalin üst sınırı olarak 98. persantil değerleri verildi. Bununla birlikte saptanan median değerler de tablolarda gösterildi. Normalin alt sınırı olarak belirlenen 2. persantil değerleri klinik olarak gerekli ise tabloda gösterildi. Normal limitler erkekler ve kızlar için ayrı verildi.

Tablo 2. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için lead bağımsız EKG ölçümleri.

	6–8 yaş			8–12 yaş			12–16 yaş		
	Median	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**
Kalp hızı (atım/dk)	94	72	121	85	63	117	79	56	110
	93	71	129	93	69	122	89	64	125
P aksı	55	-1	78	49	-21	77	55	-15	84
	53	-3	75	54	-5	78	57	-8	80
P süresi	66	48	98	67	47	89	71	51	101
	66	47	86	69	53	98	72	53	100
PR süresi	123	95	147	125	97	162	131	101	170
	120	94	154	126	103	164	129	97	171
QRS aksı	75	-13	119	70	-46	118	74	-69	112
	73	17	116	70	-30	121	71	-22	119
QRS süresi	77	66	90	79	65	96	82	68	106
	73	63	87	75	62	94	75	62	95

Median değerler dikkate alındığında kalp hızı, P süresi, PR süresi ve QRS süresinde artış gözlenirken, QRS aksında hafif bir düşüş gözlendi. P aksı erkeklerde belirgin değişiklik göstermezken kızlarda hafif bir artış gösterdi (Tablo 2).

Tablo 3. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için P dalgası genlikleri (mV).

	6–8 yaş		8–12 yaş		12–16 yaş	
	Median	**98 P**	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**
D II	0,11	0,21	0,11	0,20	0,11	0,21
	0,11	0,19	0,12	0,20	0,11	0,21
V1	0,03	0,12	0,04	0,11	0,04	0,11
	0,04	0,10	0,03	0,10	0,02	0,10
V2	0,05	0,11	0,06	0,13	0,05	0,13
	0,05	0,13	0,05	0,11	0,03	0,12

Median P dalga amplitüdü DII, V1 ve V2'de yaş gruplarında belirgin bir değişiklik göstermedi. DII'de tüm yaş gruplarında P-dalga genliği için maksimum 98. persantil değeri 0,21 mV olarak saptandı (Tablo 3).

Tablo 4. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için Q dalgası genlikleri

	6–8 yaş		8–12 yaş		12–16 yaş	
	Median	**98 P**	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**
D II	0,08	0,23	0,08	0,27	0,09	0,23
	0,09	0,29	0,08	0,24	0,07	0,28
D III	0,13	0,37	0,11	0,36	0,11	0,36
	0,12	0,42	0,11	0,37	0,11	0,31
AVF	0,10	0,23	0,11	0,27	0,11	0,30
	0,11	0,31	0,11	0,26	0,10	0,26
V6	0,11	0,28	0,11	0,34	0,09	0,31
	0,09	0,29	0,10	0,32	0,08	0,26
V7	0,10	0,27	0,11	0,29	0,09	0,23
	0,08	0,23	0,07	0,23	0,07	0,24

Median Q-dalga genliklerinde yaşla birlikte belirgin bir değişiklik gözlenmedi (Tablo 4).

Tablo 5. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için R dalgası genlikleri (mV).

	6–8 yaş		8–12 yaş		12–16 yaş	
	Median	**98 P**	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**
D I	0,54	1,27	0,59	1,21	0,55	1,09
	0,53	1,21	0,54	1,19	0,55	1,14
D II	1,12	2,44	1,20	2,13	1,20	2,08
	1,22	2,24	1,21	2,04	1,18	2,05
D III	0,69	1,88	0,73	1,62	0,75	1,91
	0,81	1,90	0,79	1,76	0,73	1,77
AVR	0,12	0,46	0,11	0,49	0,11	0,58
	0,11	0,54	0,11	0,53	0,11	0,44
AVL	0,19	0,75	0,18	0,73	0,18	0,65
	0,19	0,57	0,16	0,77	0,15	0,62
AVF	0,89	2,09	0,95	1,82	0,95	1,94
	0,97	2,00	1,00	1,85	0,93	1,84
V3R	0,38	1,03	0,37	0,78	0,31	0,73
	0,31	0,69	0,27	0,77	0,23	0,68
V1	0,50	1,27	0,50	1,12	0,38	1,02
	0,42	1,04	0,38	1,08	0,27	0,73
V2	1,01	2,18	0,91	1,78	0,69	1,58
	0,89	1,74	0,76	1,74	0,50	1,41
V4	2,47	3,99	2,43	4,15	2,32	4,15
	2,40	3,91	2,17	3,75	1,57	3,14
V6	1,24	2,15	1,35	2,09	1,38	2,28
	1,24	2,13	1,28	2,21	1,16	2,03
V7	0,85	1,73	0,94	1,60	1,02	1,70
	0,89	1,50	0,94	1,70	0,96	1,59

Sağ prekordiyal leadlerde median R-dalgası genliği yaşla birlikte azalırken, sol prekoardiyal leadlerde artış gösterdi. Tüm yaş gruplarında erkeklerde R-dalga amplitüdü kızlardan daha yüksek idi (Tablo 5). Kızlarda yaşla birlikte R-dalga genliğinde sağ prekordial leadlerde gözlenen azalma daha belirgin iken, sol prekordial leadlerde gözlenen artış daha az idi. Median S-dalga genliği sağ prekordiyal leadlerde yaşla birlikte artarken sol prekordiyal leadlerde belirgin değişiklik göstermedi (Tablo 6).

Tablo 6. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için S dalgası genlikleri (mV).

	6–8 yaş		**8–12 yaş**		**12–16 yaş**	
	Median	**98 P**	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**
D I	0,26	0,91	0,26	0,64	0,23	0,65
	0,19	0,68	0,21	0,64	0,21	0,61
D II	0,31	0,71	0,31	0,69	0,30	0,77
	0,23	0,61	0,27	0,72	0,23	0,68
D II	0,19	0,86	0,19	0,58	0,20	0,69
	0,19	0,46	0,18	0,73	0,19	0,54
AVR	0,88	1,58	0,94	1,50	0,96	1,42
	0,91	1,56	0,91	1,54	0,92	1,42
AVL	0,35	1,25	0,38	0,89	0,35	1,08
	0,34	0,93	0,38	0,94	0,34	1,01
AVF	0,25	0,63	0,23	0,59	0,23	0,72
	0,18	0,46	0,22	0,61	0,19	0,55
V3R	0,73	1,47	0,81	1,75	0,87	1,78
	0,77	2,01	0,86	1,63	0,85	1,69
V1	0,96	2,69	1,04	2,39	1,12	2,32
	1,19	2,75	1,19	2,52	1,04	2,05
V2	1,76	4,15	1,85	3,57	1,90	3,54
	2,03	3,88	2,09	3,91	1,47	3,31
V4	1,12	2,09	1,09	2,22	1,13	2,22
	0,88	1,66	0,93	1,95	0,65	1,74
V6	0,26	0,62	0,27	0,65	0,27	0,66
	0,22	0,58	0,26	0,60	0,23	0,62
V7	0,15	0,35	0,15	0,36	0,15	0,35
	0,11	0,29	0,15	0,34	0,13	0,33

Median R/S oranı sağ prekordiyal leadlerde erkeklerde yaşla birlikte düştü. Buna karşın sol prekoridial leadlerde median R/S değeri erkeklerde yaşla birlikte yükselirken, kızlarda hafif bir düşme gösterdi. Median R/S oranı sağ prekordial leadlerde erkeklerde, sol prekordial leadlerde ise kızlarda daha yüksek bulundu. V6 ve V7'de hastaların %2'sinden fazlasında S dalgasının 0 olması nedeniyle R/S oranı için 98. persantil değeri hesaplanamadı. Ancak

yalnızca hem R hem de S dalgası olan EKG'ler hesaba katıldığında V6 ve V7'de R/S oranı için hesaplanan 98. persantil değerlerinin yaşla birlikte arttığı saptandı (Tablo 7).

Tablo 7. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için prekordiyal leadlerde R/ S oranları.

	6–8 yaş			8–12 yaş			12–16 yaş		
	Median	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**
V3R	0,50	0,15	1,30	0,46	0,11	1,45	0,37	0,09	1,31
	0,43	0,13	1,54	0,36	0,08	1,30	0,27	0,06	1,03
V1	0,49	0,12	1,38	0,45	0,11	1,42	0,36	0,08	1,13
	0,40	0,09	1,14	0,33	0,08	1,21	0,24	0,06	0,79
V2	0,52	0,16	1,66	0,47	0,10	1,53	0,39	0,09	1,36
	0,46	0,14	1,05	0,39	0,08	1,16	0,33	0,07	1,26
V6	4,71	1,97	S=0 18,50	4,68	1,57	S=0 19,07	5,10	1,59	S=0 20,17
	6,14	2,10	S=0 23,79	5,05	1,58	S=0 23,00	5,56	1,60	S=0 22,08
V7	5,89	2,51	S=0 19,86	6,25	2,02	S=0 19,84	7,01	1,95	S=0 22,78
	7,44	2,26	S=0 18,82	6,67	1,89	S=0 22,24	7,00	2,12	S=0 28,08

* S dalgası EKG'lerin %2'sinden daha fazlasında yok idi (S=0). Parantez içinde gösterilen sayılar R ve S dalgasının her ikisinin de bulunduğu EKG'lerde R/S oranının 98. persantil değerini göstermektedir.

V
TARTIŞMA

Sağlıklı çocuklarda EKG doğumdan erişkin yaşa kadar belirgin değişiklikler gösterir. Çocuklarda EKG'nin doğru yorumlanabilmesi için yaşla birlikte oluşan değişiklikler iyi bilinmelidir. Ancak çocuklarda EKG parametrelerini etkileyen tek faktör yaş değildir. Yapılmış çalışmalar başka parametrelerin de EKG paterni üzerine etkisi olduğunu göstermektedir. Bunlar bireyin fizyolojik özellikleri olabileceği gibi EKG çekim tekniğinden kaynaklanan faktörler de olabilir.

EKG çekiminde kullanılan cihazın özellikleri kaydedilen parametreleri etkileyen önemli bir faktördür. Eski analog cihazlarla yapılan kayıtlarda voltajların dijital kaydedicilere göre önemli derecede yüksek olduğu gösterilmiştir. Dijital cihazlarda ise voltajları etkileyen önemli iki faktör çekim sırasında uygulanan, kas kaynaklı akımların oluşturduğu parazitleri ortadan kaldırmak üzere uygulanan filtreler, ve cihazın örnekleme hızıdır. Garson iki ayrı dijital cihazla yaptığı çalışmada 40 Hz ve 100 Hz'lik düşük geçirgen filtrelerle alınan kayıtlarda R+S genlik ölçümlerinin anlamlı şekilde değiştiğini göstermiştir. Yamamoto H[22] ve Pizzuti[23] düşük örnekleme hızlarında EKG ölçümlerinin etkilendiğini göstermiştir. Garson elde ettiği sonuçlara dayanarak belirli bir teknikle elde edilen standart normal değerlerin ancak o teknik için uygulanabilir olacağı sonucuna varmıştır.

Geçmişte çocuklarda normal EKG limitlerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır[3,7,8]. Bu çalışmalar arasındaki en önemli farklılıklar EKG çekiminde kullanılmış olan tekniktir. Davignon 333 Hz, Macfarlane 500 Hz ve Rijnberg 1200 Hz örnekleme hızı olan cihazlarla kayıt yapmıştır. Rijnberg ve ark yeni normal limitleri belirlerken bu ihtiyacı daha çok teknikteki bu değişimlerin oluşturduğu farka dayandırmıştır.

Alınan EKG kayıtları değerlendirirken bireyin sahip olduğu fizyolojik farklarda dikkate alınmalıdır. Örneğin atletlerde yanlış pozitif EKG bulguları sıktır. Bu kişilerde sol ventrikül hipertrofisi, nonspesifik ST-segment ve T-dalga değişiklikleri ve miyokard enfarktüsünü düşündüren Q-dalga değişiklikleri görülebilir. Cins ve ırkında EKG parametreleri üzerine etkisi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur[3, 6, 24].

Düşük rakımlarda yaşayan bireylerin daha yüksek rakımlarda yaşamaya alışabilmek için bir adaptasyon süresine ihtiyaç duydukları iyi bilinmektedir. Hızla yüksek rakımlara çıkmak akut dağ hastalığına yol açar. Uzun süreli olarak yüksek

rakımlarda yaşayanlarda ise hastalığın kronik bir formu gelişir. Bu hastalarda gelişen pulmoner hipertansiyon nedeniyle EKG'de sağ ventrikül yüklenmesine ait bulgular ortaya çıkar. Hulme ve arkadaşları yüksek rakımda yaşayan asemptomatik çocuklarda yaptıkları araştırmada sağ kalp yüklenmesini düşündüren EKG bozukluklarının deniz seviyesindekilere göre daha sık olduğunu buldular. Ancak yüksek rakıma yeni taşınan çocuklar ile uzun süre bu rakımda yaşayanlar arasında belirgin fark bulamadılar. Yüksek rakıma hızlı çıkış ve yüksek rakımda uzun süreli yaşamanın kalp üzerine etkilerini araştıran çalışmaların varlığına rağmen orta derecede yüksek rakımda yerleşik olan çocuklarda normal EKG limitlerinin nasıl etkilendiğini araştıran bir çalışma mevcut değildir. Çalışmamız, bu alanda çocuklarda yapılmış olan ilk çalışmadır.

Çocuklarda normal EKG limitleri üzerine etkili olan teknik faktörler nedeniyle çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları literatür ile karşılaştırma şansımız oldukça düşüktür. Teknik özellikler açısından en yakın olduğumuz çalışma Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasıdır. Rijnberg ve ark örnekleme hızı 1200 olan bir sistemle kayıt almışlardır. Bizim kullandığımız sistemin örnekleme hızı 1000 örnek/saniye idi. Literatürde 1000 ve 1200 örnekleme hızlarının EKG parametreleri üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlamadık. Bu nedenle aradaki farkın oluşturacağı etki hakkında fikir sahibi değiliz.

Çekimlerimizi Rijnberg ve arkadaşlarının kullandığı derivasyonları kullanarak yaptık ve yaş gruplarımızı bu çalışmaya uygun şekilde ayarladık. Temel amacımız rakımın olası etkisini araştırmak olduğundan Rijnberg ve arkadaşlarının çekim yaptığı tüm yaş gruplarından ziyade uzun süreli orta derecede yüksek rakıma (1850 m, Erzurum) maruz kalmış olan ilköğretim yaş grubundaki çocukları çalışma grubu olarak seçtik.

Rijnberg ve arkadaşlarının normal çocuk popülasyonu Roterdam şehir merkezinden alınmıştır. Roterdam'ın deniz kenarında yerleşik olması nedeniyle çalışma sonuçlarımızı karşılaştırabileceğimiz tek çalışma Rijnberg ve arkadaşlarına ait çalışmadır.

Median kalp hızları bizim çalışmamızda da Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi yaşla birlikte düşüş gösterdi. Bununla birlikte her iki cinste median kalp hızı çalışmamızda daha yüksekti. Kız çocuklarda yaş ile birlikte kalp hızındaki düşüş daha az idi. Bu büyük kız çocuklarının çekim sırasında daha heyecanlı olmalarına bağlandı.

P-dalga süresi için median ve 98. persantil değerleri Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında belirgin olarak daha yüksek idi.

PR aralığı Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi yaşla birlikte hafif artış göstermektedir. Buna karşın her iki çalışmada aynı yaş gruplarında elde edilen median ve 98 persantil değerleri arasında belirgin farklılık saptanmadı. Yaş ile PR aralığında oluşan uzamanın yaşla kalp hızında oluşan düşme ile ilişkili olduğu düşünüldü.

Median QRS aksı her iki çalışmada benzer değerlerdedir ve yaşla birlikte belirgin değişiklik göstermemektedir. Ancak QRS aksı için çalışmamızda belirlenen normalin alt sınırı Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında elde ettiği değerden belirgin olarak düşüktür. Örneğin 8-12 yaş grubunda bizim çalışmamızda normalin alt sınırı erkeklerde -69 iken Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında 9 olarak bildirilmektedir.

Median QRS süresi her iki çalışmada benzer olup, yaşla artış göstermektedir (Tablo 8).

Sağ atriyal hipertrofi tanısında P-dalga genliği kullanılmaktadır. Bunun için P-dalga genliğinin 0,25 mV'dan yüksek olması gerekir[25]. Bizim çalışmamızda DII'de P-dalga genliği için normalin üst sınırı 0,21 mV olarak saptanmıştır. Bu değer Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında 0,25 mV olarak verilmiştir. V1 ve V2'de Rijnberg ve arkadaşları DII'ye göre belirgin olarak düşük P-dalga genliği bildirmektedir. Bizim çalışmamızda V1 ve V2'de ölçülen median P-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnberg ve arkadaşlarının bildirdiği değerlerden belirgin olarak düşüktür. Bilindiği üzere P-dalgası DII'de sinüs nodunun yerine veya ektopik atriyal ritm varlığına göre az sayıda hastada negatif olabilir. V1 ve V2'de ise sol atriyuma ait dalga nedeniyle daha fazla sayıda hastada negatif P-dalgaları mevcuttur. Biz çalışmamızda P-dalga genliği için normal değerleri belirlerken negatif değerleri koruyarak hesaplama yaptık. Bunun Rijnberg ve arkadaşları tarafından uygulanıp uygulanmadığı açık değildir. İki çalışma arasında P-dalga genliği ölçümlerinde oluşan farkın bu teknik nedenden kaynaklandığını düşünüyoruz (Tablo 9).

Tablo 8. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için lead bağımsız EKG ölçümlerinin median, 2. persentil ve 98. persentillerinin karşılaştırılması

	Erzurum			Roterdam				
6-8 yaş	**Median**	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**	**E98P/ R98P**	**E-M/R-M**
Kalp hızı	94	72	121	88	62	113	1,07	1,07
	93	71	129	89	68	115	1,12	1,04
P aksı	55	-1	78	41	-54	72	1,08	1,34
	53	-3	75	42	-13	77	0,97	1,26
P süresi	66	48	98	92	73	108	0,91	0,72
	66	47	86	89	71	107	0,80	0,74
PR aralığı	123	95	147	129	99	160	0,92	0,95
	120	94	154	124	92	156	0,99	0,97
QRS aksı	75	-13	119	70	-10	112	1,06	1,07
	73	17	116	74	27	117	0,99	0,99
QRS süresi	77	66	90	80	63	98	0,92	0,96
	73	63	87	77	59	95	0,92	0,95
8-12 yaş								
Kalp hızı	85	63	117	78	55	101	1,16	1,09
	93	69	122	80	58	110	1,11	1,16
P aksı	49	-21	77	39	-17	76	1,01	1,26
	54	-5	78	42	-15	82	0,95	1,29
P süresi	67	47	89	98	78	117	0,76	0,68
	69	53	98	94	75	114	0,86	0,73
PR aralığı	125	97	162	134	105	174	0,93	0,93
	126	103	164	129	103	163	1,01	0,98
QRS aksı	70	-46	118	70	-21	114	1,04	1,00
	70	-30	121	66	5	117	1,03	1,06
QRS süresi	79	65	96	85	67	103	0,93	0,93
	75	62	94	82	66	99	0,95	0,91
12-16 yaş								
Kalp hızı	79	56	110	73	48	99	1,11	1,08
	89	64	125	76	54	107	1,17	1,17
P aksı	55	-15	84	40	24	76	1,11	1,38
	57	-8	80	45	18	77	1,04	1,27
P süresi	71	51	101	100	82	118	0,86	0,71
	72	53	100	98	78	122	0,82	0,73
PR aralığı	131	101	170	139	107	178	0,96	0,94
	129	97	171	135	106	176	0,97	0,96
QRS aksı	74	-69	112	65	9	112	1,00	1,14
	71	-22	119	66	5	101	1,18	1,08
QRS süresi	82	68	106	91	78	111	0,95	0,90
	75	62	95	87	72	106	0,90	0,86

E-M/R-M: Erzurum Median/Rotterdam Median

Tablo 9. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için P dalgası genliklerinin (mV) median ve 98. persentillerinin karşılaştırılması

	Erzurum		Roterdam			
6–8 yaş	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**	**E98P/ R98P**	**E-M/R-M**
D II	0,11	0,21	0,12	0,22	0,95	0,92
	0,11	0,19	0,12	0,24	0,79	0,92
V1	0,03	0,12	0,12	0,20	0,60	0,25
	0,04	0,1	0,11	0,18	0,56	0,36
V2	0,05	0,11	0,11	0,17	0,65	0,45
	0,05	0,13	0,11	0,17	0,76	0,45
8–12 yaş						
D II	0,11	0,2	0,12	0,22	0,91	0,92
	0,12	0,2	0,14	0,24	0,83	0,86
V1	0,04	0,11	0,11	0,19	0,58	0,36
	0,03	0,1	0,11	0,19	0,53	0,27
V2	0,06	0,13	0,11	0,16	0,81	0,55
	0,05	0,11	0,10	0,18	0,61	0,50
12–16 yaş						
D II	0,11	0,21	0,13	0,24	0,88	0,85
	0,11	0,21	0,15	0,26	0,81	0,73
V1	0,04	0,11	0,11	0,18	0,61	0,36
	0,02	0,10	0,10	0,17	0,59	0,20
V2	0,05	0,13	0,10	0,17	0,76	0,50
	0,03	0,12	0,10	0,17	0,71	0,30

E-M/R-M: Erzurum Median/Rotterdam Median

Çalışmamızda V3R'da R-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnberg ve arkadaşlarının bildirdiği değerlerden belirgin olarak yüksek bulundu. Yaşla birlikte V3R'da kaydedilen R-dalga genliğinde hafif bir azalma saptandı (Tablo 10). Diğer derivasyonlarda ise median R-dalga genliği Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında belirgin olarak yüksek idi.

Tablo 10. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için R dalgası genlikleri (mV): median ve 98. persantillerinin karşılaştırılması

	Erzurum		Roterdam			
6–8 yaş	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**	**E98P/ R98P**	**E-M/R-M**
V3R	0,38	1,03	0,23	0,63	1,63	1,65
	0,31	0,69	0,21	0,57	1,21	1,48
V1	0,50	1,27	0,63	1,48	0,86	0,79
	0,42	1,04	0,55	1,24	0,84	0,76
V2	1,01	2,18	1,21	2,22	0,98	0,83
	0,89	1,74	1,06	1,91	0,91	0,83
V4	2,47	3,99	2,11	3,11	1,28	1,17
	2,40	3,91	1,84	3,04	1,29	1,30
V6	1,24	2,15	1,97	2,98	0,72	0,63
	1,24	2,13	2,05	3,25	0,65	0,60
V7	0,85	1,73	1,26	2,01	0,86	0,67
	0,89	1,50	1,36	2,31	0,65	0,65
8–12 yaş						
V3R	0,37	0,78	0,22	0,51	1,53	1,68
	0,27	0,77	0,19	0,47	1,64	1,42
V1	0,50	1,12	0,54	1,14	0,98	0,93
	0,38	1,08	0,49	1,14	0,95	0,78
V2	0,91	1,78	1,02	1,90	0,94	0,89
	0,76	1,74	0,90	1,86	0,94	0,84
V4	2,43	4,15	1,86	3,16	1,31	1,31
	2,17	3,75	1,72	3,23	1,16	1,26
V6	1,35	2,09	2,18	3,24	0,64	0,62
	1,28	2,21	2,00	3,04	0,73	0,64
V7	0,94	1,60	1,38	2,24	0,71	0,68
	0,94	1,70	1,35	2,10	0,81	0,70
12–16						
V3R	0,31	0,73	0,19	0,54	1,35	1,63
	0,23	0,68	0,17	0,49	1,40	1,35
V1	0,38	1,02	0,48	1,18	0,87	0,79
	0,27	0,73	0,35	1,10	0,67	0,77
V2	0,69	1,58	0,94	1,87	0,84	0,73
	0,50	1,41	0,69	1,57	0,90	0,72
V4	2,32	4,15	1,87	3,06	1,36	1,24
	1,57	3,14	1,24	2,55	1,23	1,26
V6	1,38	2,28	2,02	3,05	0,75	0,68
	1,16	2,03	1,65	2,52	0,81	0,70
V7	1,02	1,70	1,41	2,31	0,74	0,72
	0,96	1,59	1,34	1,98	0,80	0,72

E-M/R-M: Erzurum Median/Rotterdam Median

Çalışmamızda V3R'da S-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnberg ve arkadaşlarının bildirdiği değerlerden belirgin olarak yüksek bulundu. Yaşla birlikte V3R'da kaydedilen S-dalga genliğinde hafif bir artma saptandı (Tablo 11). Diğer derivasyonlarda ise median S-dalga genliği Rijnberg ve arkadaşlarının çalışmasında belirgin olarak yüksek idi.

R/S oranları değerlendirildiğinde V3R dışındaki derivasyonlarda çalışmamızda bulunan değerler Rijnberg ve arkadaşlarının bulduğu değerlerden düşük olarak bulundu (Tablo 12).

Tablo 11. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için S dalgası genliklerinin(mV) median ve 98. persantillerinin karşılaştırılması

	Erzurum		Roterdam			
6–8 yaş	**Median**	**98 P**	**Median**	**98 P**	**E98P/R98P**	**E-M/R-M**
V3R	0,73	1,47	0,53	1,06	1,39	1,38
	0,77	2,01	0,52	1,07	1,88	1,48
V1	0,96	2,69	1,15	2,29	1,17	0,83
	1,19	2,75	1,23	2,49	1,11	0,97
V2	1,76	4,15	2,17	3,25	1,28	0,81
	2,03	3,88	2,17	3,49	1,11	0,93
V4	1,12	2,09	1,28	2,68	0,78	0,88
	0,88	1,66	1,05	2,33	0,71	0,83
V6	0,26	0,62	0,34	0,89	0,70	0,76
	0,22	0,58	0,29	0,77	0,76	0,76
V7	0,15	0,35	0,17	0,39	0,90	0,88
	0,11	0,29	0,13	0,40	0,72	0,85
8–12 yaş						
V3R	0,81	1,75	0,60	1,17	1,50	1,35
	0,86	1,63	0,55	1,20	1,35	1,55
V1	1,04	2,39	1,30	2,46	0,97	0,80
	1,19	2,52	1,32	2,58	0,98	0,90
V2	1,85	3,57	2,28	3,44	1,04	0,81
	2,09	3,91	2,29	3,46	1,13	0,91
V4	1,09	2,22	1,31	2,44	0,91	0,83
	0,93	1,95	1,00	2,28	0,85	0,93
V6	0,27	0,65	0,34	0,79	0,82	0,79
	0,26	0,60	0,27	0,75	0,80	0,96
V7	0,15	0,36	0,16	0,39	0,91	0,94
	0,15	0,34	0,12	0,33	1,03	1,25
12–16 yaş						
V3R	0,87	1,78	0,57	1,14	1,56	1,53
	0,85	1,69	0,50	1,04	1,63	1,70
V1	1,12	2,32	1,30	2,44	0,95	0,86
	1,04	2,05	1,15	2,05	1,00	0,90
V2	1,90	3,54	2,39	3,58	0,99	0,79
	1,47	3,31	1,87	3,14	1,05	0,79
V4	1,13	2,22	1,16	2,23	0,99	0,97
	0,65	1,74	0,73	1,60	1,09	0,89
V6	0,27	0,66	0,37	0,85	0,77	0,73
	0,23	0,62	0,30	0,67	0,93	0,77
V7	0,15	0,35	0,20	0,38	0,92	0,75
	0,13	0,33	0,16	0,34	0,97	0,81

E-M/R-M: Erzurum Median/Rotterdam Median

Tablo 12. Erkekler (üst satır) ve kızlar (alt satır) için prekordiyal leadlerde R/ S oranlarının median, 2. persantil ve 98. persantillerinin karşılaştırılması

	Erzurum			Roterdam				
6–8 yaş	**Median**	**2 P**	**98 P**	**Median**	**2 P**	**98 P**	**E98P/R98P**	**E-M/R-M**
V3R	0,5	0,15	1,30	0,4	0,0	1,6	0,81	1,25
	0,4	0,13	1,54	0,4	0,1	1,7	0,90	1,08
V1	0,5	0,12	1,38	0,6	0,1	1,7	0,81	0,82
	0,4	0,09	1,14	0,5	0,1	1,4	0,81	0,79
V2	0,5	0,16	1,66	0,5	0,1	1,3	1,28	1,03
	0,5	0,14	1,05	0,5	0,1	1,2	0,87	0,91
V6	4,7	1,97	18,50	5,9	1,8	S=0		0,80
	6,1	2,10	23,79	6,8	1,7	S=0		0,90
V7	5,9	2,51	19,86	8,2	2,2	S=0		0,72
	7,4	2,26	18,82	8,3	2,3	S=0		0,90
8–12 yaş								
V3R	0,5	0,11	1,45	0,4	0,1	1,2	1,21	1,15
	0,4	0,08	1,30	0,3	0,0	1,2	1,08	1,20
V1	0,5	0,11	1,42	0,4	0,1	1,2	1,18	1,13
	0,3	0,08	1,21	0,4	0,1	1,1	1,10	0,81
V2	0,5	0,10	1,53	0,5	0,1	1,1	1,39	0,94
	0,4	0,08	1,16	0,4	0,1	1,2	0,97	0,98
V6	4,7	1,57	19,07	6,2	1,7	S=0		0,75
	5,1	1,58	23,00	7,2	2,0	S=0		0,70
V7	6,3	2,02	19,84	8,4	1,6	S=0		0,74
	6,7	1,89	22,24	10,0	3,0	S=0		0,67
12–16 yaş								
V3R	0,4	0,09	1,31	0,3	0,1	1,1	1,19	1,23
	0,3	0,06	1,03	0,3	0,0	1,5	0,69	0,90
V1	0,4	0,08	1,13	0,4	0,1	1,1	1,03	0,90
	0,2	0,06	0,79	0,3	0,1	1,0	0,79	0,80
V2	0,4	0,09	1,36	0,4	0,1	1,1	1,24	0,98
	0,3	0,07	1,26	0,4	0,1	1,0	1,26	0,83
V6	5,1	1,59	20,17	5,5	2,0	S=0		0,93
	5,6	1,60	22,08	5,4	1,3	S=0		1,03
V7	7,0	1,95	22,78	7,4	3,1	S=0		0,95
	7,0	2,12	28,08	7,6	2,7	S=0		0,92

E-M/R-M: Erzurum Median/Rotterdam Median

Yüksek rakımın etkisi pulmoner arter basıncında oluşan yükselmeye bağlı sağ ventrikül yüklenmesidir. Bunun EKG'de olası yansımaları QRS aksının sağa kayması, P-dalga genliğinin artması, sağ prekordial leadlerde R-dalga genliğinin yükselmesi ve R/S oranının artması, sol prekordial leadlerde ise S-dalga genliğinin artması ve R/S oranın küçülmesi olacaktır. Çalışmamızda deniz seviyesinde yapılmış olan Rijnberg ve arkadaşlarının bildirdiği değerlerle karşılaştırıldığında V3R'da saptanan yüksek R-dalga genliği ve yüksek R/S oranı dışında sağ ventrikül yüklenmesini gösterecek önemli bir bulgu saptanmamıştır. Bu durum orta derecede yüksek rakımın EKG parametreleri üzerine önemli bir etkisi olmadığını düşündürmektedir.

Cinsiyetin EKG parametreleri üzerine etkisi olduğu değişik çalışmalarda vurgulanmıştır[3, 7, 26]. Bizim çalışmamızda da özellikle R-dalga genliğinde bir çok leadde her iki cins arasında farklılık olduğu göze çarpmaktadır. Yaşla birlikte sağ prekordial leadlerde R-dalga genliğinde kız çocuklarında daha belirgin olarak görülen düşme kısmen ergenlikle birlikte meme dokusunda oluşan büyüme ile açıklanmaktadır.

Örnekleme hızı düştükçe kaydedilen dalga genliklerinde azalma olmaktadır. Bizim kayıtlarımızda da P, Q, R, S-dalga genlikleri genlikle Rijnberg ve arkadaşlarının değerlerinden daha düşük bulundu. Bu durum kayıtların daha düşük (1000 örnek/saniye) örnekleme hızı ile alınmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Ancak bazı derivasyonlarda daha yüksek genliklerin kaydedilmiş olması aradaki farkın yalnızca örnekleme hızının farklılığı ile açıklanamayacağını düşündürmektedir. Popülasyonların birbirinden farklı olması ve farklı topluluklarda çocukların boy ve kilo gibi fizyolojik özelliklerindeki farklılıklar gibi fizyolojik faktörlerde bu değişimlerde rol oynuyor olabilir.

Sonuç olarak; belirlediğimiz çocuk yaş gruplarında yüksek örnekleme hızı ile normal EKG'ler kaydedilmiş ve normalin alt ve üst sınırları belirlenmiştir. Önceki çalışma ile olan farklılıklar her topluluğun sahip olduğu cihazlar ile kendi sağlıklı çocuklarında normal EKG değerlerini belirlemeleri gerektiğini düşündürmektedir. Deniz seviyesinde yapılmış olan çalışma ile yapılan karşılaştırmada orta derecede yüksek rakımın 6-16 yaş grubundaki çocuklarda EKG parametreleri üzerine belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmüştür.

VI
SONUÇLAR

Bu çalışma Erzurum il merkezinde ilk öğretim çağı çocuklarda normal elektrokardiyografi standartlarını belirlemek için yapıldı. Çalışmanın sonuçları deniz seviyesinde daha önce yapılan başka bir çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldı. Çalışma sonucunda ulaşılan sonuçlar aşağıda belirtildiği gibidir.

1. Çalışmaya katılan 1530 çocuğun; 754'ü (%49.3) erkek, 776' sı (%51) kız idi.
2. Çocukların ortalama yaşları 10.8±6.94, erkek çocuklar için 11,0±7.41, kız çocuklar için 10,62±6,52 olarak bulundu.
3. Median değerler dikkate alındığında yaşla birlikte kalp hızı, P süresi, PR süresi ve QRS süresinde artış gözlenirken, QRS aksında hafif bir düşüş gözlendi. P aksı erkeklerde belirgin değişiklik göstermezken kızlarda hafif bir artış gösterdi
4. Median P dalga amplitüdü DII, V1 ve V2'de yaş gruplarında belirgin bir değişiklik göstermedi. DII'de tüm yaş gruplarında P-dalga genliği için maksimum 98. persantil değeri 0,21 mV olarak saptandı.
5. Median Q-dalga genliklerinde yaşla birlikte belirgin bir değişiklik gözlenmedi.
6. Sağ prekordiyal leadlerde median R-dalgası genliği yaşla birlikte azalırken, sol prekoardiyal leadlerde artış gösterdi. Tüm yaş gruplarında erkeklerde R-dalga amplitüdü kızlardan daha yüksek idi.
7. Kızlarda yaşla birlikte R-dalga genliğinde sağ prekordial leadlerde gözlenen azalma daha belirgin iken, sol prekordial leadlerde gözlenen artış daha az idi. Median S-dalga genliği sağ prekordiyal leadlerde yaşla birlikte artarken sol prekordiyal leadlerde belirgin değişiklik göstermedi.
8. Median R/S oranı sağ prekordiyal leadlerde erkeklerde yaşla birlikte düştü. Buna karşın sol prekoridial leadlerde median R/S değeri erkeklerde yaşla birlikte yükselirken, kızlarda hafif bir düşme gösterdi. Median R/S oranı sağ prekordial leadlerde erkeklerde, sol prekordial leadlerde ise kızlarda daha yüksek bulundu.

9. V6 ve V7'de hastaların %2'sinden fazlasında S dalgasının 0 olması nedeniyle R/S oranı için 98. persantil değeri hesaplanamadı. Ancak yalnızca hem R hem de S dalgası olan EKG'ler hesaba katıldığında V6 ve V7'de R/S oranı için hesaplanan 98. persantil değerlerinin yaşla birlikte arttığı saptandı.
10. Belirlediğimiz çocuk yaş gruplarında yüksek örnekleme hızı ile normal EKG'ler kaydedilmiş ve normalin alt ve üst sınırları belirlenmiştir. Deniz seviyesinde yapılan çalışma ile olan farklılıklar her topluluğun sahip olduğu cihazlar ile kendi sağlıklı çocuklarında normal EKG değerlerini belirlemeleri gerektiğini düşündürmektedir.
11. Deniz seviyesinde yapılmış olan çalışma ile yapılan karşılaştırmada orta derecede yüksek rakımın 6-16 yaş grubundaki çocuklarda EKG parametreleri üzerine belirgin bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Van Hare GF, Dubin AM. The normal electrocardiogram. In: Allen HD, Clark EB, Gutgesell HP, Driscoll DJ (eds). Moss and Adams'Heart Disease in İnfants, Children and Adolescents including the fetus and young adult. 6th edition. Philadelphia: lippincott Williams &Wilkins, 2001 (1): 425–42

2. Garson AJ. Diagnostic electrocardiography. In: Anderson RH, Baker EJ, Macartney FJ, Rigby ML (eds). Paediatric Cardiology. 2nd edition. London: Churchill Livingstone, 2002 (1): 295–378.

3. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. Eur Heart J. 2001;22:702-11.

4. Tutar HE, Ocal B, İmamoglu A, Atalay S. Dispersion of QT and QTc interval in healthy children, and efects of sinus arrhythmia on QT dispersion. Heart. 1998;80: 77–9

5. Özturk B, Çil E, Ediz B. Sağlıklı Türk çocuklarında normal elektrokardiyografi standartları. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi. Bursa; 2003.

6. Hulme CW, Ingram TE, Lonsdale EDA. Electrocardiographic evidence for right heart strain in asyntomatic children living in Tibet-a comparative study between Han Chinese and ethnic tibetans. Wilderness Environ Med. 2003;14: 222–5.

7. Davignon A, Rautaharju PM, Boiselle E, Soumis F, Megelas M, Chougette A. Normal ECG standarts for infants and children. Pediatr Cardiol. 1979/80; 1: 123–31.

8. Macfarlane PW, Coleman EN, Pomphrery EO, McLaughlin S, Houston A, Aitchison T. Normal limits of the hihg-fidelity pediatric ECG. Preliminary observations. J Electrocardiol. 1989; 22: 162–8.

9. Golden DP, Wolthuis RA, Hoffler GW. A spectral analysis of the normal resting elctrocardiogram. IEEE Trans Biomed Eng 1973; 20: 366–72.

10. Barr RC, Spach MS. Sampling rates required for digital recording of intracelluler and extracelluler cardiac potentials. Circulation. 1977; 55: 40–8.

11. Garson A. Clinically significant differences between the "old" analog and the "new" digital electrocardiograms. Am Heart J. 1987; 114: 194–7.

12. Karliner JS, Sarnquist FF, Graber DJ, Peters RM, West JB. The electrocardiogram at extreme altitude: experience on Mt. Everest. Am Heart J. 1985; 109: 505–13.

13. Harris CW, Hansen JE. Electrocardiographic changes during exposure to high altitude. Am J Cardiol. 1966; 18:183–90.

14. Penaloza D, Sime F. Chronic cor pulmonale due to loss of altitude acclimatization (chronic mountain sickness). Am J Med. 1971; 50: 728–43.

15. Halperin BD, Sun S, Zhuang J, Droma T, Moore LG. ECG observations in Tibetan and Han residents of Lhasa. J Electrocardiol. 1998; 31: 237–43.

16. Jenkins D. “A (not so) brief history of electrocardiography.” ECG library 1–14, 03 January 2006. J Physiol (London) 1887;8: 229–34.

17. Benson D. W. The normal electrocardiogram. In: Emmonouilides GC, Riemenscheneider TA, Allen HD, Gutgesell HP. Moss and Adams Heart Disease in İnfants, Children and Adolescents including the fetus and young adult. 5th edition. Philadelphia: Sans tache Williams &Wilkins, 2001 (1): 425–42

18. Ziegler RF. Electrocardiographyic studies in normal infants and children. Springfield, Illinois: Charles C Thomas, 1951: 3–9.

19. Anderson RH, Ho SY. The architecture of the sinus node, the atrioventricular conduction axis, and the internodal atrial myocardium. J Cardiovasc Electrophysiol. 1998; 9:1233–48.

20. Özme Ş, Lenk M. K. Disritmiler. Katkı Dergisi 1996; 17 (4): 517–34.

21. Neyzi O, Binyıldız P, Alp H. Türk çocuklarında büyüme gelişme normları. İst. Tıp Fak. Mecmuası 1978;41 suppl 74,1–20.

22. Yamamoto H, Miyahara H, Domae A. Is a higher sampling rate desirable in the computer processing of the pediatric electrocardiogram? J Electrocardiol. 1987; 20:321-8. (abstract)

23. Pizzuti GP, Cifaldi S, Nolfe G. Digital sampling rate and ECG analysis. J Biomed Eng. 1985;7:247-50. (Abstract)

24. Pearl W. Effects of gender, age, and heart rate on QT intervals in children. Pediatr Cardiol 1996; 17: 135–36.

25. Park MK, Guntheroth WG. How to read pediatric ECGs. St Louis: Mosby-Year Book Inc., 1992.

26. Walker CHM, Rose RL. Importance of age, sex and body habitus in the diagnosis of left ventricular hypertrophy from the precordial electrocardiogram in childhood and adolescence. Pediatrics. 1961; 28: 705-11.

EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Sayın veli;

Bilindiği üzere Erzurum il merkezinin rakımı 1850 olup, orta derecede yüksek bir rakımda yaşamaktayız. Yaşadığımız bu rakımın kalp üzerine olumsuz yönde etkilerinin olabileceği bilimsel olarak muhtemeldir. Üniversitelerin görevlerinden birisi de çevrenin toplum sağlığı üzerine etkilerini araştırmaktır. Bazen olumsuz çevre şartları ortadan kaldırılarak toplum sağlığına zararlarının önüne geçilebilir. Yüksek rakım gibi bir çevre koşulunun ortadan kaldırmasının mümkün olmadığı aşikârdır. Bu nedenle bu çevre koşulu ile birlikte en iyi nasıl yaşayabiliriz, onun çocuklarımızın kalbi üzerine etkileri nelerdir. Bu duruma yönelik herhangi bir önlem alabilir miyiz? Tüm bunlara kısmi de olsa cevap verebilmek için bir çalışma planladık.

Çalışmada belli sayıda ilköğretim okulu çocuğuna EKG (Kalp grafisi) çekmenin yanı sıra onların kalp-damar sistemi muayenelerini de yapmayı planlıyoruz. Ayrıca kan basınçlarını (Tansiyonlarını), boy ve kilolarını da ölçerek çocukların büyüme ve gelişmelerini de değerlendirmek istiyoruz. Bu işlemler için sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir.

Çalışma Atatürk Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı tarafından yürütülecek olup; yukarıda belirtilen muayene ve işlemlerden çocuğunuzun yararlanabilmesi için arka sayfadaki soruları cevaplamanız yeterlidir.

Velinin Adı Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

İmzası:

İrtibat için telefonlar:
Doç. Dr. Naci Ceviz,
Yard. Doç. Dr.Haşim OLGUN
Tel: 2361212–1209 2361212–1083
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Pediatrik Kardiyoloji Bilim Dalı Öğretim Üyeleri

EK 2. Bilgi Formu

Adı Soyadı: Tel:

Doğum Tarihi: ...../...../..... Adres:

Sosyal Güvencesi: □Emekli sandığı (memur, emekli) □Bağkur □SSK □Yeşil Kart □Sigorta yok

Çocuğunuzun bilinen bir hastalığı var mı?

□ Var…….nedir…….

□ Yok

Çocuğunuz hiç bayıldı mı?

□ Hayır

□ Evet, kaç defa …….

Sürekli kullandığı bir ilaç var mı? □Yok

□Var…Nedir……..?

Ailenizde kalp hastalığı teşhisi konulan birey var mı?

□Yok

□Var

Kim Tipi

……□ Doğuştan kalp hastalığı □ Kalp damar hastalığı □ Kalp romatizması

……□ Doğuştan kalp hastalığı □ Kalp damar hastalığı □ Kalp romatizması

……□ Doğuştan kalp hastalığı □ Kalp damar hastalığı □ Kalp romatizması

Çocuğunuzun kalbi ile ilgili bir yakınması var mı?

□ Yok

□ Var

□Göğüs ağrısı □Çarpıntı □Çabuk yorulma

□Diğer (açıklayınız)……..

Ailenizde bilinmeyen bir nedenle aniden ölen kimse var mı?

□ Yok

□ Var…….Kim?

Akrabalık derecesi

……..

……..

Ailenizde sürekli bayılmaları olan var mı?

□ Yok

□ Var…..Kim

Akrabalık derecesi

……..

EK 3. MUAYENE FORMU

KONU: Orta derecede yüksek rakımda (1850 m-Erzurum) yaşayan 7–15 yaş grubu okul çocuklarında normal elektrokardiyografi standartları.

Adı Soyadı: **Tarih:**

Okul Adı

Sınıf/No:

Sosyal Güvencesi:

Cinsiyeti:

Doğum Tarihi:

Boy:

Vücut Ağırlığı:

VYA (Vücut Yüzey Alanı):

TA:

FM bulguları:

S_1 **S_2** **Klik**

Üfürüm:

Siyanoz: **Çomaklaşma:**

AFN: /

Diğer:

EKG: **□ Çekildi** **□ Çekilemedi**