

Orta Derecede Yüksek Rakımda (1850 m-Erzurum) Yaşayan Okul Çocuklarında Normal Elektrokardiyografi Standartları

Electrocardiographic Reference Values in School-Aged Children Living in Moderate Altitude (1850 m-Erzurum)

Dr. Haşim OLGUN,^{a,b}
Dr. Mehmet KARACAN,^{a,b}
Dr. Naci CEVİZ,^{a,b}
Dr. Demet ALTAY,^a
Dr. Candan Ferai ÖZTÜRK,^a
Dr. Cahit KARAKELLEOĞLU^a

^aÇocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD,
^bÇocuk Kardiyolojisi BD,
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Erzurum

Geliş Tarihi/Received: 18.03.2010
Kabul Tarihi/Accepted: 29.09.2010

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Mehmet KARACAN
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD,
Çocuk Kardiyolojisi BD, Erzurum,
TÜRKİYE/TURKEY
mehmet.karacan@gmail.com

ÖZET: **Amaç:** Elektrokardiyografi (EKG) kalp-damar sisteminin değerlendirilmesinde önemli bir tanı aracıdır. Değişik yaş gruplarında EKG standartları yaş, cins, ağırlık, boy ve vücut alanına göre farklılıklar gösterebilir. Pediatrik EKG parametreleri için normal sınırları belirlemek üzere yapılmış çalışmalar mevcut olmakla birlikte bunların çoğunluğunda bazı eksiklikler bulunmaktadır. Rakımın normal EKG sınırları üzerine olan etkisi araştırılmamıştır. Bu çalışmada amacımız; orta derecede yüksek rakımda (1850 m-Erzurum) yaşayan çocuklarda normal EKG standartlarını belirlemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma için Erzurum şehir merkezindeki ilköğretim okullarına devam eden 84.000 çocuk arasından küme örnekleme yöntemiyle 3770 çocuk sistematik bir şekilde seçildi. Tüm çocukların fizik muayeneleri yapıldı ve EKG kayıtları alındı. Hedef popülasyonu temsil edecek sayıda (1822) çocuk 3770 çocuk arasından seçildi ve çalışmaya dâhil 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 dâhil edildi. **Bulgular:** Çalışmaya dâhil 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 genişliği ve R/S oranı hariç, sağ ventrikül yüklenmesini gösteren bir bulgu yoktu. **Sonuç:** Bu çalışma ile Erzurum'da yaşayan 6-8 yaş, 8-12 yaş, 12-16 yaş grubu çocuklar için normal EKG standartları belirlendi. Çalışma sonuçlarımız, orta derecede yüksek rakımın çocuklarda normal EKG parametreleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Çocuk; elektrokardiyografi

ABSTRACT Objective: Electrocardiography (ECG) is an important diagnostic tool in evaluation of cardiovascular system. 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). **Material and Methods:** For this study 84.000 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. **Results:** Of the children 754 (49.3%) were male, and the mean age was 10.8±6.9 years (6-16 years)). The median, 2nd and 98th 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. **Conclusion:** In 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: Child; electrocardiography

Elektrokardiyografi kalp-damar sisteminin değerlendirilmesinde önemli bir tanı aracıdır. Yaşla birlikte kalpte meydana gelen fizyolojik değişikliklere paralel olarak EKG parametrelerinde de değişiklikler olur. Bu nedenle çocukluk yaş gruplarında EKG standartları yaş, cins, ağırlık, boy ve vücut alanına göre farklılıklar gösterir.¹

Çocuklarda normal EKG limitlerini belirlemek üzere yapılmış çalışmalar mevcuttur.^{2,3} Yüksek rakımın özellikle sağ kalp üzerine olumsuz etkilerinin olduğu bilinmekle birlikte, yapılan çalışmaların sadece bir tanesinde çalışmanın yapıldığı bölge rakımının EKG üzerine etkilerinden bahsedilmiştir.⁴ Bu çalışmalarda da normalin sınırlarını belirlemeye yönelik bir araştırma yoktur.

Bu çalışma, orta yükseklikteki rakımda (Erzurum 1850 m) 6-16 yaş grubu ilköğretim öğrencilerinde normal EKG standartlarını belirlemek ve bu değerleri deniz seviyesinde yapılmış çalışmalarla karşılaştırarak orta derecede yüksek rakımın çocuklarda EKG parametreleri üzerine etkisi olup olmadığını araştırmak amacıyla yapıldı.

■ GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma, Erzurum şehir merkezinde bulunan 42 ilköğretim okulundan küme örnekleme yöntemi ile seçilen öğrencilerde yapıldı. Seçilen öğrencilerin velileri aydınlatılmış olur formu ile bilgilendirildi ve çocuğunun çalışmaya katılmasını istediğine dair yazılı izni ve imzası alındı. Çalışmaya katılmayı kabul etmeyen, bilinen bir sistemik hastalığı olan, boy ve/veya kiloları <3 persantil veya >97 persantil olan, Erzurum şehir merkezine sonradan gelen öğrenciler çalışmaya alınmadı. Okullarda sağlanan uygun odalarda çalışmaya dahil edilen tüm öğrenciler araştırmacı tarafından tam bir fizik muayene ile değerlendirildi ve fizik muayene sonuçları daha önce hazırlanan forma kaydedildi. Yardımcı bir araştırmacı tüm öğrencilerin ağırlık ve boylarını ölçüp, bir sfigomanometre ile kan basınçlarını ölçtü ve kaydetti. Daha sonra hastaların EKG'leri araştırmacı tarafından kaydedildi.

EKG çekimi yapılmadan önce tüm çocuklara yapılacak ölçümler, muayene ve EKG çekimi hakkında bilgiler verildi. Böylece heyecanla oluşabile-

cek EKG değişiklikleri en aza indirilmeye çalışıldı.

Çalışmaya dahil edilen tüm çocuklara standart 12 lead EKG çekildi. Farklı olarak V3 yerine V3R, V5 yerine V7 derivasyonları kullanıldı. V3R, V3 noktasının sağda simetriği olan noktaya; V7 ise dördüncü ve beşinci noktalardan geçen çizginin arka koltuk altı çizgisini kestiği noktaya bağlandı. Çekim öncesi minimum parazitsiz EKG kaydı almak için cilt alkolle temizlendi ve yeterli istirahat periyodu beklenerek çocuğun maksimum düzeyde rahatlaması ve kalp hızının düşmesi beklendi.

Kayıtlar, bilgisayar tabanlı EKG cihazı olan EKG Master USB kayıt sistemi ile alındı.

EKG ÇEKİMİNDE KULLANILAN SİSTEM

Çalışmamızda EKG kayıtları alınırken EKG Master USB (TEPA Medical and Electronic Products Industry and Trade Incorporated, Ankara, TURKEY) kayıt sisteminden yararlanıldı. Çalışmamızda cihaz bir dizüstü bilgisayara bağlanarak kullanılmıştır. Cihaz yazılım kontrolü ile beraber saniyede kanal başına 1000 örnekleme yapabilmektedir. Alınan kayıtlar WinEKG Pro (WinEkPro ver.0.9.9 TEPA Medical and Electronic Products Industry and Trade Incorporated, Ankara, TURKEY) programı aracılığı ile analiz edildi.

2.4-KAYIT

Elektrodlar çocuğa bağlandıktan sonra monitördeki EKG kaydı gözlendi, kaydın yeterli kalitede olduğuna karar verilince 30 saniye süre ile EKG kaydı alındı ve bilgisayara dijital veri olarak yüklendi. Her kayıt normal EKG parametrelerini etkileyecek preeksitasyon, tam dal bloğu gibi patolojiler yönünden teker teker incelendi ve patoloji saptanan kayıtlar çalışmadan çıkarıldı. Standardizasyon sağlamak için tüm ölçümlerde 50 Hz şebeke elektromanyetik enterferans filtresi ve 40 Hz alçak-geçiren EMG filtresi uygulandı.

Erzurum şehir merkezindeki ilköğretim okullarına devam eden 55.000 çocuk arasından küme örnekleme yöntemiyle 3770 (kız= 1989, erkek= 1781) çocuk sistematik bir şekilde seçildi. Hedef populasyonu temsil edecek sayıda (1822) çocuk, 3770 çocuk arasından seçildi ve bu çalışmaya dâhil

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.

Tüm veriler SPSS (11.00) paket programına yüklendi. Daha sonra yaşlar 6 aylık periyotla en yakın yaşa yuvarlandı. Denekler (Rijnbeek ve ark.nın² 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 (Tablo 1).

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 oluşlarının önemi olmadığından

TABLO 1: Yaş ve cinsiyete göre çalışma gruplarının dağılımı.

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

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.⁵

BULGULAR

Tablo 2’den Tablo 7’ye kadar klinik olarak birbiri ile en ilişkili olan parametrelerin normal limitleri verilmiştir. Tablo 2-7’de 2. persantil ve 98. persantil değerleri verilmiştir. Bununla birlikte saptanan

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

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

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 değerler de tablolarda gösterildi. Normal limitler erkekler ve kızlar için ayrı verildi.

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

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).

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

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 prekordiyal leadlerde gözlenen azalma daha belirgin iken, sol prekordiyal leadlerde gözlenen artış daha az idi. Median S-dalga genliği sağ prekordiyal leadlerde yaşla birlikte artarken sol prekordiyal leadlerde belirgin değişiklik göstermedi (Tablo 6).

Median R/S oranı sağ prekordiyal leadlerde erkeklerde yaşla birlikte düştü. Buna karşın sol prekordiyal leadlerde median R/S değeri erkeklerde yaşla birlikte yükselirken, kızlarda hafif bir düşme gösterdi. Median R/S oranı sağ prekordiyal leadlerde erkeklerde, sol prekordiyal 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

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

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

için hesaplanan 98. persantil değerlerinin yaşla birlikte arttığı saptandı (Tablo 7).

TARTIŞMA

Sağlıklı çocuklarda EKG doğumdan erişkin yaşa kadar belirgin değişiklikler gösterir.¹ 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.² 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.⁶ Dijital cihazlarda ise voltajları etkileyen önemli iki faktör çekim sırasında uygulanan, kas kaynaklı akımların oluşturduğu parazitleri ortadan kaldırmak üzere kullanılan filtreler ve cihazın örnekleme hızıdır. Garson⁶ iki ayrı dijital cihazla yaptığı çalışmada 40 Hz ve 100 Hz'lik düşük geçiren filtrelerle alınan kayıtlarda R+S genlik ölçümlerinin anlamlı şekilde

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	4.68	1.57	S= 0	5.10	1.59	S= 0
			18.50			19.07			20.17
	6.14	2.10	S= 0	5.05	1.58	S= 0	5.56	1.60	S= 0
			23.79			23.00			22.08
V7	5.89	2.51	S= 0	6.25	2.02	S= 0	7.01	1.95	S= 0
			19.86			19.84			22.78
	7.44	2.26	S= 0	6.67	1.89	S= 0	7.00	2.12	S= 0
			18.82			22.24			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.

değiştirdiğini göstermiştir. Yamamoto ve ark.⁷ ve Pizutti ve ark.⁸ düşük örnekleme hızlarında EKG ölçümlerinin etkilendiğini göstermiştir. Garson⁶ elde ettiği sonuçlara dayanarak belirli bir teknikte elde edilen standart normal değerlerin ancak o teknik için uygulanabilir olacağı sonucuna varmıştır.

Geçmişte çocuklarda normal EKG limitlerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.^{2,9} Bu çalışmalar arasındaki en önemli farklılıklar EKG çekiminde kullanılmış olan tekniktir. Davignon 333 Hz, Macfarlane 500 Hz ve Rijnbeek 1200 Hz örnekleme hızı olan cihazlarla kayıt yapmıştır. Rijnbeek ve ark.² yeni normal limitleri belirlerken bu ihtiyacı daha çok teknikteki bu değişimlerin oluşturduğu farka dayandırmıştır.

Alınan EKG kayıtları değerlendirilirken bireyin sahip olduğu fizyolojik farklar da dikkate alınmalıdır. Örneğin atletlerde yanlış pozitif EKG bulguları sıktır. Bu kişilerde sol ventrikül hipertrofisi, nonspesifik ST-segment ve T-dalga değişiklikleri ve miyokard infarktüsünü düşündüren Q-dalga değişiklikleri görülebilir.¹ Cinsiyet ve ırkın da EKG parametreleri üzerine etkisi olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.^{2,4,10}

Düşük rakımlarda (2000 m'nin altında) yaşayan bireylerin daha yüksek rakımlarda yaşamaya alışabilmek için bir adaptasyon süresine ihtiyaç duydukları iyi bilinmektedir.⁴ 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 ark.⁴ yüksek rakımda yaşayan asemptomatik çocuklarda yaptıkları araştırmada sağ kalp yüklenmesini düşündüren EKG bulgularının deniz seviyesindekilere göre daha sık olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak yüksek rakıma yeni taşınan çocuklar ile uzun süre bu rakımda yaşayanlar arasında belirgin fark olmadığını göstermişlerdir. Yüksek rakıma hızlı çıkış ve yüksek rakımda uzun süreli yaşamının 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 araştırmadır.

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 Rijnbeek ve ark.²'nin çalışmasıdır. Rijnbeek ve ark.² 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. Bununla birlikte her atımda QRS dalgası saniyede 150 döngü mertebesinde kullanılabilir frekans bileşenleri içermektedir; yani, QRS sinyali temel kalp atımından daha kısa bir aralıkta yükselmekte ve düşmektedir. Dolayısı ile iyi bir EKG kaydı için EKG örnekleme oranı en az saniyede 300 ölçüm olmalıdır.¹¹ Bu fizik kuralı dikkate alındığında 1000 ve 1200 örnekleme hızlı cihazların kayıtları arasında önemli bir fark olmayacağı düşünülebilir. Çalışmamızda EKG çekimleri Rijnbeek ve ark.²'nin kullandığı derivasyonlar kullanarak yapıldı ve yaş grupları bu çalışmaya uygun şekilde ayarladı. Çalışmanın bir amacı da rakımın EKG üzerine olası etkisini araştırmak olduğundan, Rijnbeek ve ark.²'nin çekim yaptığı tüm yaş gruplarından ziyade uzun süreli orta derecede yüksek rakıma (1850 m, Erzurum) maruz kalmış olan ilköğretim yaş grubundaki çocuklar çalışma grubu olarak seçildi.

Rijnbeek ve ark.²'nin normal çocuk popülasyonu Rotterdam şehir merkezinden alınmıştır. Rotterdam'ın deniz kenarında yerleşik olması nedeniyle sonuçlarımızı karşılaştırabileceğimiz tek yayın Rijnbeek ve ark.²'ne ait çalışmadır.

Median kalp hızları çalışmamızda da Rijnbeek ve ark.²'nin 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 Rijnbeek ve ark.²'nin çalışmasında belirgin olarak daha yüksek idi.

PR aralığı Rijnbeek ve ark.nın² 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.

Çalışmamızda median QRS aksı değerleri Rijnbeek ve ark.nın² deniz seviyesinde yapılan çalışmasındaki değerlere yakın olup yaşla birlikte belirgin değişiklik göstermemektedir. Ancak QRS aksı için çalışmamızda belirlenen normalin alt sınırı Rijnbeek ve ark.nın² çalışmasında elde ettiği değerden belirgin olarak düşüktür. Örneğin 8-12 yaş grubunda bizim çalışmamızda normalin alt sınırı erkeklerde -69 iken Rijnbeek ve ark.nın çalışmasında 9 olarak bildirilmektedir.

Sağ atriyal hipertrofi tanısında P-dalga genliği kullanılmaktadır. Bunun için P-dalga genliğinin 0.25 mV'dan yüksek olması gerekir.¹¹ Çalışmamızda DII'de P-dalga genliği için normalin üst sınırı 0.21 mV olarak saptanmıştır. Bu değer Rijnbeek ve ark.nın² çalışmasında 0.25 mV olarak verilmiştir. V1 ve V2'de Rijnbeek ve ark. DII'ye göre belirgin olarak düşük P-dalga genliği bildirilmektedir. Çalışmamızda V1 ve V2'de ölçülen median P-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnbeek ve ark.nın² bildirdiği değerlerden belirgin olarak düşük bulundu. Bilindiği üzere P-dalgası DII'de sinus nodunun yerine veya ektopik atriyal ritm varlığına göre az sayıda hastada negatif olabilir. V1 ve V2'de ise sol atriya ait dalga nedeniyle daha fazla sayıda hastada negatif P-dalgaları mevcuttur. Çalışmamızda P-dalga genliği için normal değerleri belirlerken negatif değerleri koruyarak hesaplama yapıldı. Bunun Rijnbeek ve ark. tarafından uygulanıp uygulanmadığı açık değildir. İki çalışma arasında P-dalga genliği ölçümlerinde oluşan farkın bu teknik nedenden kaynaklandığını düşünülebilir.

Çalışmamızda V3R'da R-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnbeek ve ark.nın² bildirdiği değerlerden belirgin olarak yüksek bulundu. Yaşla birlikte V3R'da kaydedilen R-dalga genliğinde küçük bir azalma saptandı. Diğer derivasyonlarda ise me-

dian R-dalga genliği Rijnbeek ve ark.nın² çalışmasında belirgin olarak yüksek idi.

Çalışmamızda V3R'da S-dalga genliği tüm yaş gruplarında Rijnbeek ve ark.nın² bildirdiği değerlerden anlamlı ölçüde yüksek bulundu. Yaşla birlikte V3R'da kaydedilen S-dalga genliğinde küçük bir artış saptandı. Diğer derivasyonlarda ise median S-dalga genliği Rijnbeek ve ark.nın² çalışmasında belirgin olarak yüksek idi.

R/S oranları değerlendirildiğinde V3R dışındaki derivasyonlarda çalışmamızda bulunan değerler Rijnbeek ve ark.nın² bulduğu değerlerden düşük olarak bulundu. Kısaca çalışmamızda bakılan ve klinik olarak kullanılabilecek EKG parametreleri ile deniz seviyesinde yapılan çalışmada tespit edilen normal EKG referans değerleri benzer olarak bulundu.

Çok yüksek rakımda yaşayan çocuklarda oksijen saturasyonunun deniz seviyesinde ve orta derecede yüksek rakımda yaşayanlara göre oldukça düşük olduğu bilinmektedir. Yüksek rakımın etkisi hipoksiye ikincil olarak pulmoner arter basıncında oluşan yükselmeye bağlı sağ ventrikül yüklenmesi ve hipertrofisidir. Elektrokardiyografide sağ ventrikül hipertrofisi bulgularının hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon, polisitemi ve artmış pulmoner kan akımına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.¹³ Bu durumun 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 oranının küçülmesi şeklinde olacaktır. Çalışmamıza katılan çocukların EKG kayıtlarının hiç birinde sağ ventrikül hipertrofisi bulgularını tam olarak karşılayan EKG örneği saptanmadı. Ayrıca deniz seviyesinde yapılmış olan Rijnbeek ve ark.nın² bildirdiği değerlerle karşılaştırıldığında V3R'da saptanan yüksek R-dalga genliği ve yüksek R/S oranı dışında sağ ventrikül yüklenmesini gösterecek önemli bir bulguya rastlanmadı. Bu durum orta derecede yüksek rakımın EKG parametreleri üzerine önemli bir etkisi olmadığını düşündürmektedir. Yüksek rakıma maruziyet sonucu gelişen pulmoner hipertansiyonun sağ ventrikülde değişiklik oluşmasında temel rol oynadığı, sağ ventrikül kas kitlesinin artması; EKG'de

sağ aks sapması, P amplitüdünde artma, lateral pre-kordiyal derivasyonlarda S dalgasında derinleşme, sağ ventrikül iletiminde değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir.¹⁴ Orta derecede yüksek rakıma (1500-2500 m) maruziyete kardiyovasküler sistemin adaptasyonunun kolay olduğu ve orta derecede yüksek rakıma uyum sırasında çoğu hemodinamik değişkenlerin bir-iki hafta içinde normal rakımdaki düzeylere döndüğü tespit edilmiştir.¹⁵

Cinsiyetin EKG parametreleri üzerine etkisi olduğu değişik çalışmalarda vurgulanmıştır.^{2,16} Çalışmamızda da özellikle R-dalga genliğinde birçok derivasyonda her iki cins arasında farklılık göze çarpmıştır. Yaşla birlikte sağ göğüs derivasyonlarında R-dalga genliğinde kız çocuklarında daha belirgin olarak görülen düşme kısmen ergenlikle birlikte meme dokusunda oluşan büyüme ile açıklanmaktadır.²

Örnekleme hızı düştükçe kaydedilen dalga genliklerinde azalma olmaktadır.² Elektrokardi-yografi kayıtlarımızda da P, Q, R, S-dalga genlikleri genellikle Rijnbeek ve ark.nın² değerlerinden daha düşük bulundu. İki çalışmada kullanılan EKG örnekleme yönteminden bu farklılığın kaynaklanmadığı bilinmektedir.¹¹ Yüksek rakımda yaşayan toplumlar arasında görülen EKG farklılıklarının

oluşmasında sosyo-ekonomik durum, beslenme gibi çevresel faktörlerin de rol oynayabileceğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır.¹⁷ Değişik toplumlarda çocukların boy, kilo vb. fizyolojik özelliklerindeki farklılıklar gibi fizyolojik faktörler EKG farklılıklarında rol oynuyor olabilse de yüksek rakımda yaşayan farklı ırkların çocuklarında sağ ventrikül yüklenmesi bulguları benzer sıklıklarda bulunmuştur.⁴ Ayrıca yüksek rakımda uzun süredir yaşıyor olmasına rağmen yılın birkaç ayını deniz seviyesinde geçiren yani göçebe hayatı yaşayan çocukların EKG'lerinde belirgin sağ ventrikül yüklenmesi bulgusu saptanmamıştır.¹⁸

Sonuç olarak; orta derecede yüksek rakımda yaşayan çocuklarda seçilen yaş gruplarında yüksek örnekleme hızı ile EKG kayıtları alınarak normalin alt ve üst sınırları belirlendi. Daha önce yüksek rakımda yapılan bazı çalışmalarda bildirilen sağ kalp yüklenmesine ait EKG bulguları çalışmamızda saptanmadı. Deniz seviyesinde yapılan çalışma ile olan küçük EKG farklılıkları kullanılan teknikten ziyade çevresel faktörlerle ilişkilendirilebilir. 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

- Garson AJ. Diagnostic electrocardiography. In: Anderson RH, Baker EJ, Macartney FJ, Rigby ML, eds. Paediatric Cardiology. 2nd ed. London: Churchill Livingstone; 2002. p.295-378.
- Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. Eur Heart J 2001;22(8):702-11.
- Semizel E, Oztürk B, Bostan OM, Cil E, Ediz B. The effect of age and gender on the electrocardiogram in children. Cardiol Young 2008; 18(1):26-40.
- Hulme CW, Ingram TE, Lonsdale-Eccles DA. Electrocardiographic evidence for right heart strain in asymptomatic children living in Tibet-a comparative study between Han Chinese and ethnic Tibetans. Wilderness Environ Med 2003;14(4):222-5.
- Solberg HE. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), Scientific Committee, Clinical Section, Expert Panel on Theory of Reference Values, and International Committee for Standardization in Haematology (ICSH), Standing Committee on Reference Values. Approved Recommendation (1986) on the theory of reference values. Part 1. The concept of reference values. J Clin Chem Clin Biochem 1987;25(5):337-42.
- Garson A. Clinically significant differences between the "old" analog and the "new" digital electrocardiograms. Am Heart J 1987;114(1):194-7.
- Yamamoto H, Miyahara H, Domae A. Is a higher sampling rate desirable in the computer processing of the pediatric electrocardiogram? J Electrocardiol 1987;20(5):321-8.
- Pizzuti GP, Cifaldi S, Nofle G. Digital sampling rate and ECG analysis. J Biomed Eng 1985;7(3):247-50.
- Macfarlane PW, Coleman EN, Pomphrey EO, McLaughlin S, Houston A, Aitchison T. Normal limits of the high-fidelity pediatric ECG. Preliminary observations. J Electrocardiol 1989;22(Suppl):162-8.
- Pearl W. Effects of gender, age, and heart rate on QT intervals in children. Pediatr Cardiol 1996;17(3):135-6.
- Wiederhold G, Rindfleisch TC. [Essential concepts for biomedical informatics]. In: Shortliffe EH, Cimino JC, eds. Soncul H, çeviri ed. Biyomedikal Bilişim-Sağlık Hizmetleri ve Biyotipta Bilgisayar Uygulamaları. 3. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Yayınevi, 2008. p.177-227.
- Park MK. Electrocardiography. Pediatric Cardiology for Practitioners. 5th ed. Philadelphia: Mosby; 2008. p.40-65.
- Halperin BD, Sun S, Zhuang J, Droma T, Moore LG. ECG observations in Tibetan and Han residents of Lhasa. J Electrocardiol 1998;31(3):237-43.

14. Karlner JS, Sarnquist FF, Graber DJ, Peters RM Jr, West JB. The electrocardiogram at extreme altitude: experience on Mt. Everest. *Am Heart J* 1985;109(3 Pt 1):505-13.
15. Schobersberger W, Schmid P, Lechleitner M, von Duvillard SP, Hörtnagl H, Gunga HC, et al. Austrian Moderate Altitude Study 2000 (AMAS 2000). The effects of moderate altitude (1,700 m) on cardiovascular and metabolic variables in patients with metabolic syndrome. *Eur J Appl Physiol* 2003;88(6):506-14.
16. 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.
17. Pawson IG, Huicho L, Muro M, Pacheco A. Growth of children in two economically diverse Peruvian high-altitude communities. *Am J Hum Biol* 2001;13(3):323-40.
18. Huicho L, Niermeyer S. Cross-sectional study of electrocardiographic pattern in healthy children resident at high altitude. *Am J Phys Anthropol* 2007;133(2):879-86.