

ÇOCUKLARDA AKUT ASTİM ATAĞINDA SALBUTAMOL İNHALASYONU SONRASI VEKTÖR ELEKTROKARDİYOĞRAFİK DEĞİŞİKLİKLERİN TAKİBİ

Follow-up of the changes in vector electrocardiography in children with acute asthmatic attack

Hasan YÜKSEL¹, Şenol COŞKUN¹, Muzaffer POLAT², Ali ONAĞ³

Özet

Amaç: Akut astım atağında, ekspiratuvar tipte solunum yolu obstrüksiyonu sonucu gelişen hava hapsi, kalbin toraks içindeki pozisyonunda değişikliklere yol açabilir. Bu ise kalbin atrial ve ventriküler akslarında sapmalara neden olabilir. Çalışmada akut astım atağındaki çocukların kalp aksı değişikliklerinin derecesi, bunların solunum distressi bulguları ve bronkodilatör (salbutamol) uygulaması ile olası ilişkileri araştırılmıştır.

Hastalar ve Yöntem: Çalışmaya yaşları 6-16 yaş (ort. 9,1 3,6 yaş) arasında değişen, astım bronşiyale tanılı 23 olgu (13 erkek, 10 kız), kontrol olarak ise yaş ve cins açısından benzer, hiç bir solunum sistemi yakınması olmayan 15 sağlıklı çocuk alınmıştır. Astımlı olguların akut ataklarında salbutamol inhalasyonu öncesi ve sonrası klinik değerlendirme, solunum distressi skoru (SDS), PEF ölçümü ile birlikte standart elektrokardiyografi (EKG) traseleri elde edilmiştir. EKG traselerinden kalbin aks değişiklikleri frontal düzlemde hesaplanmıştır. Kontrol grubu olgulardan ise bir hafta ara ile iki kez standart EKG traseleri alınmıştır.

Sonuçlar: Akut atak olarak değerlendirilen astımlı olguların başvuru alınan SDS, P ve QRS aksı sırasıyla 4.91.4/hasta; 58.111.2; 72.319.8 derece iken salbutamol inhalasyonu sonrası aynı değerler 1.30.2/hasta; 38.412.3; 48.517.6 olarak izlenmiştir. Her üç değer kendi arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). SDS ile P ve QRS aksı değişiklik değeri arasında yapılan korelasyon analizinde ise istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmıştır ($r=+0,68$ ve $r=+0,75$). Kontrol grubu aks değişiklikleri ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuçlar, akut astım ataklı çocuklarda P ve QRS aksı değişikliklerinin obstrüktif hava yolu patolojisi ile anlamlı ilişkisi olduğunu ve bu nedenle hava yolu obstrüksiyonu bulgularının takibinde bir markur olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aks, Astım, Çocuk, Elektrokardiyografi, Salbutamol

Abstract

Objective: Pulmonary hyperinflation and air-trapping in acute asthma attacks can cause an alteration in the position of the heart, which may result in cardiac axis deviations. In this study, we examined degrees of cardiac axis alterations in children with acute asthma attacks and the relation with the respiratory distress findings and salbutamole inhalation.

Patients and Methods: To examine this, 23 cases with acute attack (ages 6-16 years, mean 9.1 3.1 years) and 15 healthy children having no respiratory disorders were enrolled into the study. A detailed clinical evaluation, respiratory distress score (RDS), PEF and a standard ECG was obtained at the beginning and after salbutamole inhalation therapy. In the controls, two ECG traces were obtained at one week intervals. Following this the cardiac axis alterations were measured at the frontal plane.

Results: While mean RDS, P and QRS axis before salbutamole inhalation were 4.91.4/patient; 58.111.2; 72.319.8 degrees, they were 1.30.2/patient; 38.412.3; 48.517.6 degrees at the end of inhalation therapy. The difference between measurements before and after treatment was statistically significant ($p<0.05$). Also, there was a statistically significant correlation between RDS and absolute alterations in the P and QRS axis ($r=+0.68$ ve $r=+0.75$).

Conclusion: We conclude that P and QRS axis alterations in children with acute asthma attack are related to the degree of obstructive airway disease, and these axis deviations may be used as a marker in the follow-up of the healing of airway obstruction.

Key Words: Asthma, Axis, Children, Electrocardiography, Salbutamole

verir (1). Ekspiratuvar tipteki obstrüksiyon nedeniyle oluşan pulmoner hiperaerasyon ve intrapulmoner basınç artışı ile kalbin toraks içindeki pozisyonunda değişikliklere yol açabilmektedir (2, 3). Bu en belirgin olarak obstrüksiyonun en şiddetli olduğu akut astım atağındaki vektör elektrokardiyografik (EKG) değişikliklerle saptanan aks sapmaları şeklinde gözlenmektedir (4). Bronşiyal astım tanısı almış erişkin hastalarda hava yolu obstrüksiyonunun derecesi ile kalp pozisyonunu gösteren EKG bulguları arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır (5). BA çocukluk çağında en sık karşılaşılan ve acil servise başvuru nedeni olan solunum yolu patolojisidir (6). BA ve kronik bronşitli erişkin hastalarda obstrüktif paternin ağırlığı, solunum fonksiyon testleri ve bunların kardiyak pozisyona etkileri araştırılmış olmasına rağmen çocukluk çağında yalnızca astımlı büyük çocuklarda bu konuda yapılmış çok az çalışma vardır ve bunların tümü atak dışı dönemlerde yapılmış çalışmalardır (7). Ancak obstrüktif patern, pulmoner hiperaerasyon ve intrapulmoner basınç artışının en yüksek olduğu akut astım ataklı çocuklarda kardiyak aks değişiklikleriyle ilgili hemen hemen hiç bilgi yoktur (7). Çocukluk döneminde toraks duvarı kompliyansının oldukça yüksek, diafragma hareketleri kolay ve erişkine göre hava yolu dinamiklerinin farklı olması nedeniyle akciğer volüm değişikliklerinin kardiyak pozisyona etkisi daha kolay ve belirgin olmaktadır (8). Ayrıca bu yaş döneminde solunum fonksiyon testlerinin uygulanması zordur ve hafif derecede olan hava yolu obstrüksiyonunu tanımak güç olabilir. Özellikle hafif ve orta derecedeki obstrüksiyonun tanınmaması ciddi tedavi hatalarına, solunum distresinde anlamlı ve ağır bir artışa ve uzun süreli tedavide de başarısızlığa neden olabilir (7). Aynı nedenlerle çocuklarda verilen tedavi sonrası hava yolu obstrüksiyon derecesindeki değişiklikleri noninvazif ve objektif olarak elde etmek oldukça güç olabilir. Bu nedenle özellikle hafif ve orta derecedeki akut ya da kronik semptomların derecesi ile olası ilişkisi olabilecek bir volüm ve aks ilişkisi, anlık değerlendirmede hastaların tanı ve izleminde faydalı olabilir.

Bu çalışmada BA tanısıyla izleme alınan çocukların akut ataklarında solunum distresi derecesi ile kardiyak pozisyonu belirleyen vektör elektrokardiyografik bulgular arasındaki olası ilişki ve akut atak tedavisinde ilk basamak olarak kullanılan inhale bronkodilatör (salbutamol) uygulaması sonrasında bu pozisyondaki değişiklikler araştırılmak istenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışma Grubu

Çalışmaya Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı Kliniği, Pediatrik Allerji ve Solunum Polikliniğinde Şubat 2000 ile Temmuz 2000 tarihleri arasında başvuran ve BA tanısı ile izleme alınan 23 olgu (13 erkek, 10 kız) alınmıştır. Olguların yaşları 6-16 yıl (ort 9.1±3.1 yıl) arasında değişmekte olup, tümünde astım tanısı, astım tanısı, tedavi ve izleminde bildirilen uzlaşma raporundaki kriterlere uygun olarak konulmuştur (9). Tümünde astım ve/veya allerjik hastalık açısından pozitif aile, yineleyen hışıltılı solunum atakları öyküsü ve pozitif bir allerjen-spesifik-IgE pozitifliği mevcuttu (Tablo 1). Kontrol grubu olarak da yaş ve cins açısından çalışma grubu ile uyumlu 7 kız ve 8 erkekten oluşan, yaşları 7 ile 15 yıl arasında değişen (ort 8.6±3.6 yıl) 20 sağlıklı çocuk alınmıştır (Tablo 1). Kontrol grubu olarak alınan bu olguların hiçbirisinde akut yada kronik bir solunum yolu patolojisi öyküsü olmaması kriteri aranmıştır.

Çalışma Düzeni

Astım tanısı ile izleme alınan olgular akut atakla acil servise başvurdıklarında klinik değerlendirme yapılmış, solunum distresi skorları (SDS) tesbit edilip kaydedilmiş, ekspiratuvar tepe atım hızları (PEF) ölçülmüş ve yatakta oturarak gövde dik pozisyonda standard EKG traseleri elde edilmiştir. Tümünden tam kan sayımı, rutin idrar, biyokimya ve CRP değerleri çalışılmıştır. Bu ilk değerlendirmeden sonra hastalara 0.1 mg/kg dozda 20 dakika ara ile üç kez salbutamol (Ventolin nebules ampul, GlaxoWellcome Co, UK) nebulizör ile (Pari-Proneb nebulizör, PARI Respiratory Equipment Inc., USA) inhale ettirilmiştir. Son ihlasyondan 15 dakika sonra

SDS, PEF değerleri ve standart EKG traseleri alınmıştır.

Solunum Distresi Skorları ve PEF Ölçümü

Solunum distresi skorları burun kanadı solunumu, siyanoz varlığı, suprasternal/interkostal çekilmeleri ve akciğer dinleme bulgularına göre 1 ile 10 arasında değişen derecelerde Tablo II' ye göre yapılmıştır. Hastaların başvuru anında ve salbutamol inhalasyonu sonrası alınan SDS yanında, klinik izlemlerinde de aynı skorlama sistemi kullanılmıştır.

Olguların salbutamol inhalasyonu öncesi ve sonrasındaki PEF değerleri bir ekspiratuvar zirve akım ölçer (Mini-Wright Peak-Flowmetre, Clement Clerk Int Ltd, London, UK) ile alınmıştır. Arka arkaya alınan üç ölçümden en yüksek olanı kaydedilmiş ve bu değer daha önce her hasta için kaydedilmiş kendi normallerine göre farkları hesaplanıp kaydedilmiştir.

EKG İncelemesi

Akut atakla başvuran tüm olgulardan ve kontrol grubundan başvuruda standart, oturur pozisyonda, oniki derivasyonlu EKG traseleri alındı. Bu işlem hasta grubunda son salbutamol inhalasyonundan 15 dakika sonra, kontrol grubunda ise ilk işlemde 2 saat sonra tekrarlandı. Tüm EKG traselerinden kalbin aks değişiklikleri frontal düzlemde hesaplandı. Bu hesaplamada P dalgası ve QRS aksları heksaksial referans sistemi kullanılarak elde edildi (10). EKG traseleri iki ayrı araştırmacı tarafından (ŞC, HY) değerlendirildi.

İstatistik

Olguların demografik özellikleri, solunum skoru, PEF ve vektör kardiyografik bulgularının karşılaştırılmasında paired-t testi; korelasyon analizi olarak da Pearson korelasyon analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık açısından p değeri 0.05' in altında anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

RUTİN LABORATUVAR İNCELEMELERİ

Hastaların tam kan sayımı, rutin idrar, biyokimya ve CRP değerleri normal sınırlarda idi. Akciğer

grafilerinin tümünde ön planda bilateral hiperaerasyon, yer yer interstisyel infiltrasyon dışında lokal havalanma artışı, pnömonik infiltrasyon ya da yabancı cisim aspirasyonu ile uyumlu bulgu saptanmadı.

SOLUNUM DİSTRESİ SKORLARI

Astımlı olguların başvuruda alınan solunum skorları 2 ile 7 arasında (ort 4.9±1.4/hasta) değişmekte idi. İkinci EKG traselerinin alımı esnasında ise solunum skorları 1-3 arasında değişmekte olup (ort 1.3±0.2/hasta) salbutamol öncesine göre SDS' da anlamlı azalma saptandı (p<0.05). Hastaların solunum skoru ile P ve QRS değişiklikleri arasında yapılan korelasyon analizinde hem P aksı değişikliği (r= +0.68 p<0.05) hem de QRS aksı değişikliği (r=+0.75, p<0.05) arasında anlamlı korelasyon olduğu saptandı.

P ve QRS AKSI

Akut astım atağı ile başvuran olguların salbutamol inhalasyonu öncesi alınan EKG' lerde P dalgası aksı +35° ile +80° arasında (ort 58.1±11.2); QRS aksı ise +20° ile +115° arasında (ort 72.3±19.8) saptandı. Salbutamol inhalasyonu sonrası alınan EKG traselerinde elde edilen P dalgası aksı +25° ile +70° arasında (ort 38.4±12.3); QRS aksı ise 30° ile +105° arasında (48.5±17.6) . Her iki aksda inhstasyon tedavisi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlendi (p<0.05). Bu azalma P aksında ortalama 21.1±9.7, QRS aksında ise ortalama 25.8±8.8 derece idi (Tablo III). Kontrol grubu olgularda ise iki saat ara ile alınan iki EKG trasesinde P ve QRS akslarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmedi (Tablo III).

PEF DEĞERLERİ

Astım atağı ile başvuran olguların alınan PEF değerleri daha önce alınan normal kendi PEF değerleri ile karşılaştırıldığında (-) % 10-35 arasında (ort. - % 21.8±7.5) kayıp olduğu gözlemlendi. Salbutamol inhalasyonu sonrası ise PEF kaybı - % 5-20 arasında idi (ort. - % 10.4±4.3) idi. PEF kaybindaki bu gerileme istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ancak bu farkın SDS, P ve QRS aks değişiklikleri ile arasından anlamlı bir korelasyon saptanmadı (r=+0.21; +0.15; +0.19).

Tablo I. Hasta ve kontrol grubunun demografik özellikleri

Özellik	Çalışma Grubu (n=23)	Kontrol Grubu (n=15)	p
Yaş (yıl)	6-16 (9.1±3.1)	7-15 (8.6±3.6)	>0.05
Cins (K/E)	10/13	8/7	>0.05
Aile Öyküsü ¹	Tümünde (+)	Yok	-
Yineleyen Hışıltı Öyküsü	Tümünde (+)	Yok	-
IgE	Tümünde yüksek	Negatif	-
SpIgE (+)	Tümünde (+)	Negatif	-

¹Astım ve allerjik hastalık yönünden

Tablo II. Akut astım atağında solunum distresi skorları (SDS)

Bulgu	↓ Skor →	0	1	2	3	4	5
Siyanoz		Yok	Var	-	-	-	-
BKS ¹		Yok	Var	-	-	-	-
Retraksiyonlar		Suprasternal	+ alt İK ³	+ üst İK	-	-	-
Akc. Dinleme Bulguları		St. sibilans ²	+D. hışıltı ⁴	+ Orta EU ⁵	+ Ağır EU	+ SS ⁶ azalma	SS yok

¹BKS, burun kanadı solunumu; ²St, steteskopla; ³İK, interkostal; ⁴D, dışarıdan;

⁵EU, ekspiriyumda uzama; ⁶SS, solunum sesi

Tablo III. Hasta ve kontrol grubunun P ve QRS aks değişiklikleri ve SDS parametreleri

Çalışılan Parametre ¹	n	Önce (X±SD)	Sonra (X±SD)	P
P Aksı-Ç ¹	23	58.1±11.2	38.4±13.2	<0.05
QRS Aksı-Ç	23	72.3±19.8	48.5±17.6	<0.05
P Aksı-K ²	15	39.2±17.6	41.3±12.7	>0.05
QRS Aksı-K	15	59.9±19.2	50.7±21.4	>0.05
SDS-Ç ³	23	4.9±1.4	1.3±0.2	<0.05
SDS-K	15	0	0	>0.05
PEF Kaybı (-%)	23	21.8±7.5	10.4±4.3	<0.05

¹Ç, çalışma grubu. ²K, kontrol grubu. ³SDS, solunum distresi skoru

TARTIŞMA

Akut ve kronik solunum yolu hastalıklarındaki elektrokardiyografik değişiklikler ilk kez 1935 yılında Winternitz ve ark. tarafından ağır solunum sıkıntısı olan hastalarda P pulmonalenin tanımlanması ile başlamıştır (11). Çocukluk çağının en sık acil servise başvuru ve kronik solunum yolu hastalığı nedeni olan BA' da ağır ataklarda sağ aks deviasyonunun olabileceği bildirilmiştir (4). Ancak vektöryel değişikliğin solunum sıkıntısındaki değişiklikler ve kısa etkili bronkodilatör uygulaması sonrası solunum sıkıntısındaki gerileme ile nasıl değiştiği konusu ulaşılabildiği kadarıyla literatürde araştırılmamıştır.

Bu çalışmada çocukluk çağında ekspiratuvar obstrüksiyonla giden başlıca kronik solunum yolu hastalığı olan BA' da, akciğer volümünde artışa neden akut astım atağının kalbin toraksdaki pozisyonu üzerine etkisi çalışılmıştır. BA' lı çocuklarda akut atak başlangıcında ve kısa etkili bronkodilatör (salbutamol) inhilasyonu sonrası solunum sıkıntısı geriledikten sonra P ve QRS aksında anlamlı fark olduğu, yani kalbin frontal düzlemde eksen değiştirip, daha sonra bunun geri döndüğü saptanmıştır. Ayrıca bu eksen değişikliğinin solunum distresinin derecesi ile korele olduğu gösterilmiştir.

Erişkinlerde akut ve kronik obstrüktif akciğer hastalıklarında EKG değişiklikleri 1959 yılından bu yana çok iyi tanımlanmıştır (12- 14). Spodick ve ark. (13) obstrüktif patoloji nedeniyle torasik gaz volümünde artış olup, bu nedenle astımlı olgularda akut ataklarda ve tedavi edilmemiş orta-ağır astımlılarda, P aksında vertikalizasyon olduğunu göstermişlerdir. Silver ve ark. ise astımlı ve diğer obstrüktif akciğer hastalıklı olgularda bu vektöryel değişikliklerle ilişkili olarak solunum fonksiyonlarının indirekt değerlendirileceğini ileri sürmüştür (12). Çocukluk çağında toraks yapısı elastikiyetinin ve kompliyansının erişkine göre anlamlı yüksek olması nedeniyle, astımlı olguların özellikle akut ataklarında kalbin aks değişikliklerinin daha belirgin olması beklenir (6).

Aynı zamanda torakal kompliyansın yüksekliği ve cilt altı yağ dokusunun az olması nedeniyle EKG trasesinin daha net çıkması ve aks değişikliklerinin saptanması kolay olabilir. Literatürde daha önce belirtildiği gibi bu konuda oldukça az çalışmaya ulaşılabilmıştır. Krishnan ve ark. (7) 6 ile 18 yaş arasındaki astmalı çocuklarda atak dışında FEV1 değeriyle frontal P aks değişikliği arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Çalışmada, araştırmacılar astım semptomları olan bu çocuklarda bronkodilatör uygulanması ardından, torasik gaz volümüyle birlikte P aksı derecesinde azalma saptamışlardır (7). Ancak astımlı olgularda kalbin aks değişiklikleri özellikle intratorasik gaz volümündeki artış ve buna bağlı kalbin frontal düzlemdeki vertikalizasyonuna bağlıdır (12, 13). Bu nedenle astımlı çocuklardaki aks değişikliklerinin en anlamlı biçimde, obstrüktif patoloji ve intratorasik gaz volümü artışının en fazla olduğu akut astım ataklarında olması beklenir. Ancak Krishnan ve ark. yalnızca akut atak dışında ve yeni tanı almış astımlı çocukları çalışma grubuna almışlardır ve bu nedenle elde edilen vektöryel değişiklik dereceleri yetersiz olabilir. Ayrıca kalbin frontal plandaki aks değişikliğinde atrial aksı yansıtan P vektörü yanında ventriküler aksı yansıtan QRS vektörü de etkilenmektedir (3, 5). Krishnan ve ark. (7) çalışmasında yalnızca P vektör değişiklikleri çalışılmıştır. Kitlesel farklılık ve anatomik pozisyon nedeniyle iki vektör arasındaki etkilenme ve beklenen vertikalizasyon farklı olacaktır (2, 3, 5, 12). Bu nedenle çocuklarda P aksı yanında QRS aksı çalışılmalıdır. Çalışmamızda akut atakla gelen olgularda QRS vektöründeki mutlak değişiklikliğin sayısal olarak P vektörüne göre daha fazla olduğu gösterilmiştir.

Solunum fonksiyon testlerinin değerlendirilmesi cihaz kullanımını gerektirmektedir. Özellikle akut atakla gelen çocuklarda atağın sonlandığını anlamak için solunum fonksiyon testlerindeki gerekli düzelmeyi göstermek gerekir. Ancak özellikle yedi yaş altı çocuklarda olmak üzere, cihazın kullanımı çocuklarda hem teknik kullanım zorluğu hem de iletişim zorluğu ile sonuçlanmaktadır (6, 8, 15). Bu nedenle çocuklarda, akciğer volümünü değerlendirmek için kullanılabileceğimiz solunum

fonksiyon testlerinin yapılması zordur ve bazen invazif olabilecek girişimlere bile gereksinim duyulabilir (15). Bu nedenle volüm değişikliklerini bize gösterebilecek yapılması kolay, maliyeti düşük, non- invazif yöntemlerin bu küçük yaş grubunda değeri daha da artırmaktadır. Erişkin yaş grubunda solunum fonksiyonlarının EKG bulguları ile dolaylı tanımı Silver ve ark. ve Spodick ve ark. tarafından önerilmiştir (12, 13). Ancak bu çalışmalar hem erişkin yaş grubuna aittir, hem de çocukluk çağı için daha önemli olan akut astımın akut atak başlangıcı ve sonlanımı ile ilişkili değildir. Özellikle kısa etkili bronkodilatör ve buna eklenecek uygulamalarla atağın sonlandığını göstermek çocuklarda bazen gerçekten zor olabilir. Bu nedenle kalbin frontal plandaki aks değişikliklerinin solunum sıkıntısı ile ne kadar ilişkili olduğu ve bu değişikliğin inhale bronkodilatör ile ne derece değiştiğini bilmek atağın ağırlığı ve tedavi etkinliğini değerlendirmede bize yardımcı olabilir. Çalışmamızda salbutamol inhalasyonu sonrasında hem P aksında hem de QRS aksında anlamlı değişiklik olduğu ve bu değişikliğin hastaların başvurusundaki SDS ile anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Krishnan ve ark. (7) çalışmasında da P aksındaki değişiklik ve vertikalizasyonun daha anlamlı olarak ağır astımlı olgularda olduğu belirtilmiştir ve bu bizim bulgularımızı desteklemektedir. Ancak bu çalışmada P aksı değişikliği FEV1 değeri ile ilişkili bulunmuştur. Çalışmamızda ise benzer parametre olan PEF değeri ile P ve QRS aksı arasında bir korelasyon saptanamamıştır. Bu olasılıkla SDS' nin doktor tarafından subjektif olarak değerlendirilmesi, PEF değerinin ise cihaza ve hasta uyumuna bağlı bir değer olmasından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak çocukluk çağının en sık görülen obstrüktif akciğer hastalığı olan bronşiyal astımda akut ataklarda kalbin atriyal ve ventriküler aksında anlamlı değişiklik olmakta ve bu salbutamol inhalasyonu ile gerilemektedir. Bu nedenle akut atağın ağırlığını ve tedavinin yeterliliğini değerlendirmede, kalbin bu aks değişikliklerinin noninvazif bir yöntem olarak çocuklarda kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Ancak çocukluk çağında, aks değişikliklerinin intratrasik gaz

volumü ve kısa etkili bronkodilatör uygulaması sonrası kalan hiperinflasyon derecesi ile korelasyonunu gösteren ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Kaliner MA. *How the current understanding of the pathophysiology of asthma or influences our approach to therapy.* J Allergy Clin Immunol 1993; 92: 144-147.
2. Garson A. *Electrocardiography.* In: Anderson RH, Macartney FJ, Shinebourne EA, Tynan editors. Paediatric Cardiology. New York: Churchill Livingstone, 1987: 235-317.
3. Gray H, Lewis WH (eds). *Anatomy of the human body.* Philadelphia: Lea and Febiger, 1942: 402.
4. Lawlor GJ, Tashkin DP. *Asthma.* In: Lawlor GJ, Fischer TJ, Adelman DC (eds). *Manual of Allergy and Immunology.* New York: Little Brown Co. 1995: 121-180.
5. Shah NS, Velery D, Spodick DH. *Electrocardiographic features of restrictive pulmonary disease, and comparison with those of obstructive pulmonary disease.* Am J Card 1992; 70: 394-395.
6. Hilman BC. *Clinical assessment of pulmonary diseases in infancy and children.* In: Hilman BC Editor. *Pediatric respiratory disease: diseases and treatment.* Philadelphia: WB Saunders Company, 1993: 57-66.
7. Krishnan SS, Stewart J, Amin N, Griffin RT, Dozor AJ. *Electrocardiographic prediction of hyperinflation in children.* Am J Respir Crit Care Med 1997; 2156: 2011-2014.
8. Bryan AC, Wohl MEB. *Respiratory mechanics in children of Physiology.* In: Fishman AP, Macklem PT, Mead J Editors. *Handbook of physiology, Section 3: The Respiratory System.* Bethesda: American Physiology Society, 1986: 179-191.
9. NHLBI Expert Panel Report-2: *Guidelines for the diagnosis and management of asthma.* February 1997.
10. Park MK. *Electrocardiography I.* In: Part I.

- Park MK Editor. *Pediatric cardiology for practitioners*. St Louis: Mosby Company, 1996: 34-48.
11. Winternitz M. Zur pathologie des menschlichen Vorhofelek-trokardiogramms. *Med Klin* 1935; 31: 1575-1581.
 12. Siver H, Catalyud MJ, Ireland T. Estimation of lung function from the electrocardiogram in chronic obstructive pulmonary disease. *Electrocardiology* 1973; 6: 235-242.
 13. Spodick DH, Hauger-Klevene JH, Tyler JM, Muench H, Dorr AC. Relationship of characteristic electrocardiographic findings to severity of disease as measured by degree of airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 1963; 88: 14-19.
 14. Spodick DH. Electrocardiographic studies in pulmonary disease. Establishment of criteria for the electrocardiographic inference of diffuse lung disease. *Circulation* 1959; 20:1073-1075.
 15. Godfrey S, Beardsmore CS, Maayan C, Bar-Yishay E. Can thoracic gas volume be measured in infants with airways obstruction? *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 245-251.