



Malnütrisyonlu çocuklarda kardiyak değerlendirme

Cardiac evaluation in children with malnutrition

Osman Akdeniz¹, Erdal Yılmaz², Muhittin Çelik³, Nezir Özgün³

¹Diyarbakır Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Kardiyolojisi Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

²Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Kardiyolojisi Bilim Dalı, Elazığ, Türkiye

³Diyarbakır Çocuk Hastalıkları Hastanesi, Çocuk Hastalıkları Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

Cite this article as: Akdeniz O, Yılmaz E, Çelik M, Özgün N. Cardiac evaluation in children with malnutrition. Turk Pediatr Ars 2019; 54(3): 157–65.

Öz

Amaç: Bu çalışmanın temel amacı malnütrisyonlu çocuklardaki miyokardiyal değişiklikleri ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntemler: Bu prospektif çalışma 47 malnütrisyonlu hasta ve 44 sağlıklı kontrol hastasını içermektedir. Malnütrisyonlu olgular Gomez ve Waterlow sınıflamasına göre gruplara ayrıldı. Tüm olgulara elektrokardiyografik ve ekokardiyografik inceleme, 24 saatlik Holter monitörizasyonu ve biyokimyasal değerlendirme yapıldı.

Bulgular: Malnütrisyonlu grubun 20'si (%42,5), kontrol grubunun ise 19'u (%43,1) erkek idi ($p<0,05$). Yaş ortalaması bakımından malnütrisyonlu grup ve kontrol grubu arasında fark yoktu (sırasıyla, $69,4\pm 57,3$ ay, $68,9\pm 48,2$ ay $p=0,5$). Hasta grupta sol ventrikül kitle ölçümü kontrol grubuna göre düşükken, sol ventrikül kitle indeksi farklı bulunmadı (sırasıyla, $42,3\pm 24,5$ gr, $53,4\pm 23,9$ gr, $p=0,049$ ve $60,7\pm 13,3$ gr/m², $61,9\pm 12,1$ gr/m², $p=0,67$). Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ve kısalma fraksiyonu oranı hasta grubunda kontrol gruba göre düşüktü (sırasıyla, %66,2±5,3, %69,2±4,07, $p=0,04$ ve %35,4±4,2, %37,9±3,4, $p=0,03$). Miyokardiyal performans indeksi malnütrisyonlu hastalarda yüksekti (sırasıyla, $0,45\pm 0,09$, $0,36\pm 0,05$, $p=0,001$). Kardiyak fonksiyonlardaki bozulmalar malnütrisyonun şiddeti ve süresiyle ilişkiliydi. Troponin düzeyleri hiçbir hastada yüksek değildi. Düzeltilmiş QT dispersiyonu malnütrisyonlu hastalarda anlamlı olarak yüksekti (sırasıyla, $47,9\pm 16,8$, $32,9\pm 10,6$, $p=0,001$). Hiçbir hastamızda kompleks ventriküler aritmi bulunmadı.

Çıkarımlar: Çalışmamızda malnütrisyonlu çocuklarda sistolik fonksiyonlar başta olmak üzere kalbin kasılma fonksiyonlarında ve iletme sisteminde bozulma olduğu görüldü. Bu hastalarda malnütrisyonun erken tanı ve tedavisiyle kardiyak nedenli oluşabilecek hastalık ve ölüm önenebilir.

Anahtar sözcükler: Çocuk, kardiyak fonksiyonlar, malnütrisyon

Abstract

Aim: The main purpose of this study was to identify myocardial changes in malnourished children.

Material and Methods: This prospective study included 47 patients with malnutrition and 44 healthy controls. The subjects who had malnutrition were classified according to the method of Gomez and Waterlow. Electrocardiographic and echocardiographic examinations, 24-h Holter monitoring, and biochemical assessments were performed in all subjects.

Results: The malnutrition group included 20 (42.5%) males, and the control group included 19 (43.1%) males ($p<0.05$). There was no difference between the malnutrition and control groups with regard to mean age (69.4 ± 57.3 months and 68.9 ± 48.2 months, respectively, $p=0.5$). Although the left ventricular mass was lower in the patient group compared with the control group, the left ventricular mass index was not different (42.3 ± 24.5 g, 53.4 ± 23.9 g, $p=0.049$ and 60.7 ± 13.3 g/m², 61.9 ± 12.1 g/m², $p=0.67$, respectively). The left ventricular ejection fraction and fractional shortening were lower in the patient group compared with the control group ($66.2\pm 5.3\%$, $69.2\pm 4.07\%$, $p=0.04$ and $35.4\pm 4.2\%$, $37.9\pm 3.4\%$, $p=0.03$, respectively). The myocardial performance index was higher in the patient group (0.45 ± 0.09 , 0.36 ± 0.05 , respectively, $p=0.001$). The deterioration of cardiac functions was associated with the severity and duration of malnutrition. Troponin concentrations were not elevated in any patients. The corrected QT dispersion was significantly higher in patients with malnutrition (47.9 ± 16.8 , 32.9 ± 10.6 , respectively, $p=0.001$). Complex ventricular arrhythmias were not noted in any patients.

Conclusion: The malnourished children in this study exhibited impairment in the functions of cardiac contraction including mainly systolic functions and in cardiac conduction system. Cardiac morbidity and mortality can be prevented by early detection and treatment of malnutrition in these patients.

Keywords: Cardiac function, children, malnutrition

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Osman Akdeniz E-posta / E-mail: osman_akdeniz@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received: 16.11.2018 **Kabul Tarihi / Accepted:** 25.07.2019

©Telif Hakkı 2019 Türk Pediatri Kurumu Derneği - Makale metnine www.turkpediatriarsivi.com web adresinden ulaşılabilir.

©Copyright 2019 by Turkish Pediatric Association - Available online at www.turkpediatriarsivi.com

DOI: 10.14744/TurkPediatriArs.2019.43815

OPEN ACCESS This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



Giriş

Malnütrisyon, büyüme ve gelişme için gerekli olan bir ya da daha fazla besin öğesinin vücut dengesini bozacak şekilde yetersiz ya da dengesiz alınması durumunda ortaya çıkan klinik ve izlenmesi gereken bir durumdur (1-3). Bu durum en fazla çocukları etkiler ve çocuk ölümlerinin önemli kısmından sorumludur. Etiyolojisi çok etmenli (ekonomik, psikososyal, kültürel, coğrafi) olup daha çok gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere tüm dünyada en önemli sağlık sorunlarından biridir (1, 3-6).

Malnütrisyonunda tüm sistemlerde olduğu gibi kardiyovasküler sistemde de anatomik ve fonksiyonel değişiklikler oluşmaktadır (2, 7-9). Malnütrisyon derecesi ve tipinin kalp fonksiyonlarına etkisi yeterince araştırılmamıştır (8, 9).

Malnütrisyonunda hipotansiyon, kardiyak aritmi, kardiyomiopati, kalp yetersizliği ve bazı olgularda ani ölüm gibi kardiyovasküler bozukluklar bildirilmiştir. Ancak bu bozuklukların malnütrisyonla bağlı birincil bir bozukluk mu, yoksa beraberinde olan sepsis, dehidratasyon ya da ağır anemiye mi bağlı olduğu tam olarak açıklanamamıştır. Ciddi malnütrisyonu olan hastalarda kalpte atrofi olduğu konusunda araştırmacıların çoğu aynı görüşte olmasına karşın, atrofik kalpte sol ventrikül fonksiyonlarının korunup korunmadığı konusu tartışmalıdır (6, 8, 9).

Malnütrisyonunda miyokarda doku kaybı ve hücre düzeyindeki morfolojik değişikliklerin yanısıra, kalbin elektriksel aktivitesinde de bozulmalar meydana gelmektedir (10-12). Yapılan çalışmalarda malnütrisyonlu çocuklarda kalpte repolarizasyon süresinin uzadığı ve daha önemli olarak repolarizasyonun düzensiz olduğu bildirilmiştir (10, 11, 13, 14). Ventriküler repolarizasyon süresinin uzaması ya/ya da heterojen olmasının ventriküler aritmi riskini arttırdığı ve ani kardiyak ölümlere yol açabileceği bildirilmiştir (15, 16). Bazı çalışmalarda repolarizasyon süresindeki bu uzamanın tedaviyle düzeldiği bildirilmiştir (17).

Bu çalışmada yetersiz beslenen çocuklarda ölüm ve hastalık oranlarına etkili bulunan ve malnütrisyonla bağlı gelişen kardiyak yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler

Çalışma hasta ve kontrol grubu olmak üzere iki grupta yapıldı. Çalışmaya Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı polikliniklerine başvuran, yaşları 1 ay ile 18 yıl arasında değişen, ayaktan ya da yatarak tetkik ve tedavi edilen hastalar alındı.

Bu çalışma için etik kurul onayı Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokal Etik Kurulu'ndan alınmıştır (02.06.2011/0909). Çalışma Helsinki deklarasyon prensiplerine uygun olarak gerçekleştirildi. Çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Destekleme Fonu tarafından desteklenmiştir. Çalışmaya katılan hastaların ebeveynlerinden yazılı hasta onamı alınmıştır.

Hasta grup olarak Olcay Neyzi'nin 2008 yılında Türk çocuklarıyla yaptığı çalışmada yayınladığı persantil değerlerine göre yaşa göre ağırlığı %90'nın altında olan çocuklar alındı (18). Bu grup ayrıca Gomez sınıflamasına göre hafif, orta ve ağır malnütrisyon, Waterlov sınıflamasına göre ise akut, kronik ve kronik zeminde akut malnütrisyon olarak alt gruplara ayrıldı (19, 20).

Kontrol grubu olarak Çocuk Kardiyolojisi Polikliniği'ne üfürüm duyulması nedeni ile başvuran, fizik bakısında başka bir sorun olmayan, tam kan sayımı, biyokimyasal çalışmalar, ekokardiyografik ve elektrokardiyografik tetkikleri normal bulunarak masum üfürüm tanısı alan, hasta gruba benzer yaş ve cinsiyet oranlarına sahip sağlıklı çocuklar alındı.

Preterm (<35 doğum haftası, <2 yaş için), intrauterin gelişme geriliği (<2 yaş için), ağır anemi (hemoglobin <6 gr/dL), kronik hastalığı ve birincil kardiyak patolojisi olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma grubunu oluşturan tüm hastalardan ayrıntılı öykü alındı ve fizik bakı yapıldı. Vücut ağırlığı, boy, sağ üst ekstremiteden kan basıncı ölçümleri kaydedildi. Hastaların cilt altı yağ dokusunda azalma, ödem olup olmadığı kayıt edildi. Tüm hasta ve kontrol grubu olgulara tam kan sayımı yapıldı, serum sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, üre, kreatinin, glukoz, total protein, albumin, aspartat transaminaz (AST), alanin transaminaz (ALT), total kreatinin kinaz (CK), kreatinin kinaz miyokardiyal band (CK-MB) ve troponin I değerlerine bakıldı.

Çalışma grubundaki tüm olgulara istirahat halindeyken 12 derivasyonlu elektrokardiyografi (EKG) çekildi. Elektrokardiyografi incelemesinde en az 9 derivasyondan QT intervali ölçüldü. QT intervali Bazett formülü ile kalp hızına göre düzeltilerek QTc değeri hesaplandı (QTc= Ölçülen QT değeri/√R-R). Her hastanın en kısa ve en uzun QT değerleri arasındaki fark hesaplanarak QT dispersiyonu (QTD), en kısa ve en uzun QTc değerleri arasındaki fark hesaplanarak QTc dispersiyonu (QTcD) değerleri bulundu. Tüm ölçümler elle yapıldı.

Hasta gruptan 40 ve kontrol gruptan 35 olgudan DMS 300-7 üç kanallı Holter kayıt cihazı (DMS, Nevada, USA)

kullanılarak 24 saatlik EKG kaydı elde edildi. Kayıtlar DMS marka Cardioscan 10 model 21 Holter analizör sistemi (DMS, Nevada, USA) kullanılarak analiz edildi.

Ekokardiyografik görüntüler hastalar sırtüstü ya da hafif sol yana yatar pozisyonda GE Vivid 7 Pro 1.4.0 versiyon ultrason sistemi ve 3S ile 7S proplar kullanılarak elde edildi. Ekokardiyografik incelemeler Amerikan Ekokardiyografi Birliği'nin [American Society of Echocardiography (ASE)] önerdiği standart görüntüleme teknikleri kullanılarak yapıldı. Sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının hesaplanması ASE'nin önerdiği pozisyonlarda en az 3 ölçüm sonucu elde edilen verilerin ortalamaları kullanılarak yapıldı.

M-mod ekokardiyografiyle ventriküler septumun diyastolik kalınlığı (IVSDd) ve sistolik kalınlığı (IVSDs), sol ventrikül diyastol sonu çapı (LVIDd) ve sistol sonu çapı (LVIDs), sol ventrikül arka duvar diyastolik kalınlığı (LVPWd) ve sistolik kalınlığı (LVPWs), Teichholz formülü yardımıyla sol ventrikül kitlesi (LVM), sol ventrikül diyastol sonu volümü (EDV), sol ventrikül sistol sonu volümü (ESV), ejeksiyon fraksiyonu (EF), kısalma fraksiyonu (FS) ve atım volümü (SV) hesaplandı. Ayrıca SV dakikadaki kalp atım hızıyla çapılarak kardiyak debi (CO) hesaplandı. Bulunan değerler vücut yüzey alanına bölünerek IVSDdI, IVSDsI, LVIDdI, LVIDsI, LVPWdI, LVPWsI, LVMI, EDVI, ESVI, CI, SI hesaplandı.

Sol ventrikül diyastolik fonksiyonları değerlendirilirken, apikal dört boşluk pozisyonunda "pulse wave"(PW) Doppler kullanılarak mitral kapak uçlarından sol ventrikül giriş akımları kaydedildi. Elde edilen kayıtlardan en az 3 ölçümün ortalaması alınarak erken diyastolik akım hızı (E), geç diyastolik akım hızı (A), E akselerasyon zamanı (EAT), E deselerasyon zamanı (DT) ölçüldü, E/A oranı hesaplandı. Uygun pozisyonlarda sol ventrikül çıkış yolu akımı ve giriş akımı birlikte kaydedilerek aort kapak kapanmasından, mitral kapak açılmasına kadar geçen süre (IVRT), mitral kapak kapanmasından aort kapak açılmasına kadar geçen süre (IVCT) ve aort kapak açılmasından kapanmasına kadar geçen sistol süresi (LVET) ölçüldü. IVRT ve IVCT'nin toplamının LVET'e bölünmesiyle miyokard performans indeksi (MPI) hesaplandı.

İstatistiksel Çözümleme

İstatistiksel çözümleme için SPSS sürüm 12.0 (Windows için bilgisayar paket programı) kullanıldı. Sürekli değişkenler ortalama±SS şeklinde gösterildi. Kategorik değişkenlerin değerlendirilmesinde Ki-kare testi kullanıldı. İncelemelerde normal dağılıma uymayan gruplar arası incelemelerde Mann-Whitney U testi kullanıldı. Ortanca değerler dikkate alındı. Normal dağılım gösteren öl-

çümler için bağımsız gruplarda Student-t testi kullanıldı. P<0,05 değeri anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya 47 malnütrisyonlu ve 44 kontrol hastası alındı. Hastaların Gomez sınıflamasına göre 7'si (%14,8) ağır, 20'si (%42,5) orta ve 20'si (%42,5) hafif malnütrisyonlu. Hastaların Waterlow sınıflamasına göre incelenmesinde ise 15 (%31,9) hasta kronik malnütrisyon, 21 (%44,6) hasta akut malnütrisyon ve 8 (%17) hasta kronik zeminde akut malnütrisyon grubunda yer almaktaydı. Malnütrisyonlu hastalar ve kontrol hastaları arasında yaş ve kalp hızı açısından fark yoktu. Malnütrisyon grupları arası incelemede sadece ağır malnütrisyonlu grubun kalp hızı kontrol grubuna göre yüksek olduğu bulundu (p<0,05). Çalışılan biyokimyasal ölçümlerden hemoglobin, potasyum ve kalsiyum düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük bulundu. Hiçbir hastada troponin I düzeyi yüksek bulunmadı. Malnütrisyonlu çocukların annelerinden 30'unun (%38,2) kontrol grubunun ise birinin (%2,2) okuma yazması yoktu. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001). Hastaların genel özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Elektrokardiyografik incelemede malnütrisyonlu grupta QTD ve QTcD süreleri kontrol grubuna göre artmış olarak bulundu (p<0,01). Olguların EKG verilerinin gruplar arası incelemeleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Hasta gruptaki 47 hastanın 40'ına, kontrol gruptaki 44 hastanın 35'ine 24 saat Holter monitörizasyon yapıldı. Malnütrisyonlu grupta üç hastada sık, yedi hastada nadir supraventriküler vurular izlenirken, bir hastada I.derece AV blok ve bir hastada unifokal ventriküler erken vurular izlendi. Kontrol grubundaki hastalardan ise altısında nadir supraventriküler atım dışında anormal Holter monitörizasyon bulgusu izlenmedi. Hastaların hiçbirinde kompleks ventriküler aritmi izlenmedi.

Sol ventrikül EF ve FS değerleri malnütrisyonlu grupta kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük bulundu (p<0,05). Olguların M-mod değerlerinin gruplar arası incelemeleri Tablo 3'te verilmiştir. Sol ventrikül sistolik fonksiyonlarına malnütrisyon süresinin etkisini araştırmak için LV sistolik fonksiyonları akut ve kronik malnütrisyon gruplarında da ayrıca incelendi. Bu incelemede EF ve FS değerleri kronik malnütrisyon gruplarında akut malnütrisyonlu gruba göre anlamlı olarak düşük bulundu. Malnütrisyonun süre ve ağırlığına göre kardiyak fonksiyonların değişimi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Olguların PW Doppler incelemelerinde hasta grupta IVRT, IVCT, MPI değerleri anlamlı olarak yüksek bulundu

Tablo 1. Malnütrisyonlu hastaların genel özellikleri

	Malnütrisyonlu grup (n=47)	Kontrol grubu (n=44)	p
Cinsiyet (E/K)	20/27	19/25	0.95 ^c
Yaş, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), ay	69.4±57.3/ 65 (3–204)	68.9±48.2/ 60 (3–180)	0.50 ^a
Ağırlık, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), kg	17.2±11.2/ 15 (3.3–60)	23.2±13.9/ 19 (5.8–57.5)	0.02^a
Vücut Yüzey Alanı, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), m ²	0.67±0.32/ 0.63 (0.21–1.6)	0.84±0.35/ 0.76 (0.31–1.6)	0.02^a
Boy, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), cm	102.6±30.4/ 103.5 (56–168)	110.5±28.4/ 109 (61–165)	0.2 ^a
Kalp hızı/dakika, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek)	107±26.8/ 104 (68–180)	100.6±18.4/ 100 (55–140)	0.19 ^a
Sistolik kan basıncı, ortanca (en düşük–en yüksek), mmHg	90 (70–115)	97.5 (80–130)	0.001^b
Diastolik kan basıncı, ortanca (en düşük–en yüksek), mmHg	55 (21–80)	60 (40–95)	0.01^b
Hemoglobin, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), g/dl	12.1±1.8/ 12.6 (6.6–16.7)	12.7±1.08/ 12.9 (10.4–14.9)	0.039^a
Potasyum, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), meq/l	4.2±0.4/ 4.2 (2.8–5.2)	4.4±0.2/ 44 (3.8–5.1)	0.028^a
Kalsiyum, ortalama±SS/ ortanca (en düşük–en yüksek), mg/dl	9.7±0.6/ 9.7 (8.3–10.8)	10±0.5/ 10 (9–11.2)	0.022^a
Okur yazar olmayan anne, n	30 (63.8%)	1 (2.2%)	0.001^c

E: Erkek; K: Kadın; SS: Standart sapma; ^aStudent t-testi; ^bMann-Whitney U testi; ^cKi-kare testi

Tablo 2. Olguların elektrokardiyografik verilerinin gruplar arası incelemeleri

Parametre	Malnütrisyonlu grup (n=47)	Kontrol grubu (n=44)	p
QT, ortalama±SS Ortanca (en düşük–en yüksek), sn	0.31±0.032 0.32 (0.24–0.4)	0.31±0.02 0.32 (0.26–0.38)	0.8 ^b
QTc, ortalama±SS Ortanca (en düşük–en yüksek), sn	0.42±0.02 0.42 (0.35–0.47)	0.41±0.02 0.42 (0.37–0.45)	0.4 ^a
QTD, ortalama±SS Ortanca (en düşük–en yüksek), msn	28.2±13.6 20 (9–60)	21.5±9.2 20 (5–40)	0.008^b
QTcD, ortalama±SS Ortanca (en düşük–en yüksek), msn	47.9±16.8 44 (23–101)	32.9±10.6 32 (13–68)	0.001^a

QTc: Düzeltilmiş QT; QTcD: Düzeltilmiş QT dispersiyonu; QTD: QT dispersiyonu; SS: Standart sapma; ^aStudent t-testi; ^bMann-Whitney U testi

(p<0,05). Olguların PW Doppler ölçümlerinin gruplar arası incelemeleri Tablo 5’de sunulmuştur.

Tartışma

Malnütrisyonunda tüm sistemlerde olduğu gibi kardiyovasküler sistemde de anatomik ve fonksiyonel değişiklikler oluşmaktadır (2, 7–9). Bu çalışmada malnütrisyonun kardiyak etkileri, ekokardiyografik ve elektrokardiyografik olarak değerlendirildi.

Ebeveynlerin özellikle de annenin eğitim düzeyinin ço-

cuk beslenmesinde önemli bir rolü vardır (5). Çalışmamızda annelerin eğitim düzeyi malnütrisyonlu hastalarda kontrol grubuna göre belirgin düşük bulundu. Bu bulgu bize malnütrisyonun tıbbi olduğu kadar sosyal bir sorun olduğunu düşündürmektedir.

Malnütrisyonlu hastalarda yapılan çalışmalarda araştırılan ve heyecan uyandıran bulgulardan biri kalbin elektriksel aktivitesindeki bozulmalardır (10, 12, 14, 17, 21). Birçok çalışmada ventriküler repolarizasyon süresinin uzaması ya/ya da heterojen olmasının ventrikü-

Tablo 3. Olguların M-mod değerlerinin gruplar arası incelemeleri

	Malnütrisyonlu grup (n=47)	Kontrol grubu (n=44)	p
IVSsI, ortalama±SS	15.05±5.8	13.2±4.07	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	13.5 (6.7–36.1)	12.6 (7.3–24.5)	0.1 ^a
IVSdI, ortalama±SS	10.5±4.4	9.03±3.3	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	9.4 (5.3–23.3)	8.2 (4.7–18)	0.06 ^a
LVIDsI, ortalama±SS	33.9±11	27.2±8.6	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	31.7 (15.8–67)	26.5 (14.6–49.9)	0.002^a
LVIDdI, ortalama±SS	52.6±16.5	43.6±12.4	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	50.2 (25.8–100)	42.2 (25.4–73.9)	0.005^a
LVPWsI, ortalama±SS	14.3±4.9	12.5±3.8	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	12.4 (7.5–27)	11.3 (6.9–22.2)	0.054 ^a
LVPWdI, ortalama±SS	9.2±4.06	7.7±2.9	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (mm/m ²)	8.1 (4.9–23.3)	7.1 (4.2–15.9)	0.051 ^a
LVM, ortalama±SS	42.3±24.5	53.4±23.9	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (gr)	38 (8.5–122)	47.8 (18.3–149)	0.049 ^a
LVMi, ortalama±SS	60.7±13.3	61.9±12.1	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (gr/m ²)	60 (31–97)	61 (43–99)	0.67 ^a
CI, ortalama±SS	4.2±1.3	3.8±1.01	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (lt/dakika/m ²)	4 (2–7.8)	3.9 (1.9–6.2)	0.16 ^a
SI, ortalama±SS	39.6±10.5	38.3±7.4	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (ml/m ²)	40 (6.5–57)	37 (21–60)	0.51 ^a
EDVI, ortalama±SS	59±16.4	55.5±11	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (ml/m ²)	61 (5–93)	53 (33–96)	0.24 ^a
ESVI, ortalama±SS	20.2±5.8	17.1±4.6	
Ortanca (en düşük–en yüksek), (ml/m ²)	20 (8–35)	16.3 (9.1–35.9)	0.007^a
EF, ortalama±SS (%)	66.2±5.3	69.2±4.07	0.04^a
FS, ortalama±SS, (%)	35.4±4.2	37.9±3.4	0.03^a

CI: Kardiyak indeks; EF: Ejection fraction; EDVI: Sol ventrikül end diyastolik volümü indeksi; ESVI: Sol ventrikül end sistolik volümü indeksi; FS: Kısılma oranı; IVSDdI: Ventriküler septumun diyastolik kalınlığı indeksi; IVSDsI: Ventriküler septumun sistolik kalınlığı indeksi; LVIDd: Sol ventrikül diyastol sonu çapı indeksi; LVIDsI: Sol ventrikül sistol sonu çapı indeksi; LVMi: Sol ventrikül kitle indeksi; LVPWdI: Sol ventrikül arka duvar diyastolik kalınlığı indeksi; LVPWsI: Sol ventrikül arka duvar sistolik kalınlığı indeksi, SS: Standart sapma SI: Atım indeksi; ^aStudent t-test

Tablo 4. Malnütrisyonun süre ve ağırlığına göre kardiyak fonksiyonların değişimi

	Akut malnütrisyon (n=21)	Kronik malnütrisyon (n=23)	p	Hafif malnütrisyon (n=20)	Orta-ağır malnütrisyon (n=27)	p
Yaş, ortanca (en düşük–en yüksek), ay	27 (3–204)	70 (4–186)	0.4 ^b	64.5 (7.5–204)	70 (3–204)	0.9 ^b
Kalp hızı/dakika						
Ortanca (en düşük–en yüksek)	102 (68–180)	104 (75–176)	0.8 ^b	103 (68–180)	104 (75–176)	0.57 ^b
EF, ortanca (en düşük–en yüksek), %	68 (57.3–81.2)	63.9 (58.2–75.3)	0.007^b	66 (60.7–75.3)	64 (57.3–81.2)	0.08 ^b
FS, ortanca (en düşük–en yüksek), %	37 (27.7–47.2)	33.3 (28.5–43)	0.005^b	35.8 (31.3–43)	34.2 (27.7–47.2)	0.07 ^b
IVRT, ortanca (en düşük–en yüksek)msn	59 (33–73)	57 (38–81)	0.9 ^b	57 (33–81)	59 (33–81)	0.71 ^b
MPI, ortanca (en düşük–en yüksek)	0.43 (0.3–0.7)	0.43 (0.27–0.67)	0.4 ^b	0.4 (0.3–0.64)	0.45 (0.27–0.7)	0.06 ^b

EF: Ejection fraction; FS: Kısılma oranı; IVRT: Isovolumetrik gevşeme zamanı; MPI: Myokard performans indeksi; ^bMann-Whitney U testi

Tablo 5. Olguların PW Doppler ölçümlerinin gruplar arası incelemeleri

Parametre	Malnütrisyonlu grup (n=47)	Kontrol grubu (n=44)	p
E, ortalama±SS	1.08±0.17	1.02±0.17	0.15 ^a
Ortanca (en düşük–en yüksek), (m/sn)	1.1 (0.62–1.44)	1 (0.6–1.56)	
A, ortalama±SS	0.71±0.13	0.69±0.13	0.47 ^a
Ortanca (en düşük–en yüksek), (m/sn)	0.67 (0.49–1.1)	0.68 (0.44–1.02)	
E/A, ortalama±SS	1.5±0.3	1.5±0.2	0.5 ^a
Ortanca (en düşük–en yüksek)	1.5 (0.93–2.36)	1.52 (1–2)	
EAT, ortalama±SS	71.6±18.6	71.1±15.1	0.88 ^a
Ortanca (en düşük–en yüksek), (msn)	66 (36–133)	73 (36–103)	
DT, ortalama±SS	145.3±35.2	152.2±31.1	0.32 ^a
Ortanca (en düşük–en yüksek), (msn)	140 (14–210)	152 (86–228)	
IVRT, ortalama±SS	57.8±12.3	49±10.7	0.002^b
Ortanca (en düşük–en yüksek), (msn)	59 (33–81)	50 (29–66)	
IVCT, ortalama±SS	50.9±15.5	43.9±10.5	0.02^b
Ortanca (en düşük–en yüksek), (msn)	51 (22–110)	44 (29–66)	
LVET, ortalama±SS	242.6±43.4	261.6±37.3	0.028^a
Ortanca (en düşük–en yüksek), (msn)	258 (136–310)	269 (166–343)	
MPI, ortalama±SS	0.45±0.09	0.36±0.05	0.001^a
Ortanca (en düşük–en yüksek)	0.43 (0.27–0.7)	0.35 (0.25–0.5)	

DT: E deselerasyon zamanı; E: E dalga hızı; A: A dalga hızı; EAT: E akselerasyon zamanı; IVCT: İsovolumetrik kasılma zamanı; IVRT: İsovolumetrik gevşeme zamanı; LVET: Sol ventrikül ejeksiyon zamanı; MPI: Myokard performans indeksi SS: Standart sapma; ^aStudent t-test; ^bMann-Whitney U testi

ler aritmi riskini arttırdığı bildirilmiştir (10–13, 15, 22). Ventriküler miyokardın yavaş iletim gösteren sahalarının QTD’de artışa neden olduğu ve bu sahalardan “re-entran” mekanizma ile ventriküler taşikardilerin geliştiği düşünülmektedir (12, 13, 15, 22). Anoreksia nervosa ve malnütrisyonlu çocuklarda yapılan çalışmalarda kalpte repolarizasyon süresinin uzadığı ve daha da önemlisi repolarizasyonun düzensiz olduğu bildirilmiştir (10, 11, 13, 23). Ani ölen anoreksiya nervosa hastalarda ani ölüm öncesi yakın dönemde çekilen EKG’lerde QT süresinde uzama ve ventriküler taşikardi saptandığı bildirilmiştir (24–26). Hızlı kilo kaybeden obez hastalarda ventriküler aritmi ve ani ölüm görülmesi malnütrisyonunda ventriküler aritmilere yatkınlığın olabileceğini düşündürmektedir (27–29).

Çalışmamızda malnütrisyonlu grupta QTD ve QTcD değerleri kontrol grubuna göre belirgin yüksek bulundu. Bu bulgumuz dizindeki bulgular ile uyumluydu (11–14). Bazı araştırmacılar malnütrisyonun derecesi ile elektrokardiyografik ölçümler arasında ilişki gösterememiştir (12, 23). Ancak bu çalışmalarda incelenen olgu sayıları az ya da olguların çoğunluğunu hafif malnütrisyonlu hastalar oluşturmaktadır. Oysa Swenne ve ark. (11) tarafından anoreksia nervosa hastalarda yapılan bir çalışmada vücut ağırlığındaki kayıp oranının ve kayıp hızının QTc ve QTcD değerlerine etkili olduğu gösterilmiştir.

Malnütrisyonlu hastalarda QTcD sıkça çalışılmasına ve QTcD’deki artışın ventriküler aritmilere ve ani ölümlere yol açtığı iddia edilmesine rağmen bilgilerimize göre bu gruplarda ileri sürülen tezi güçlendirecek Holter monitörizasyonu yapılmamıştır. Çalışmamızda 24 saatlik Holter monitörizasyon yapılan hasta gruptan sadece bir hastada unifokal prematüre ventriküler vurular izlenirken hiçbir hastamızda kompleks ventriküler aritmiye rastlanmadı. Ventriküler aritmi görmememiz, olgu sayımızın azlığı ile veya aritmilerin oluşumunda etkili başka etmenlerle ilişkili olabilir.

Malnütrisyonu olan hastalarda kalp kitlesinde azalma olduğu konusunda araştırmacıların çoğu aynı görüşte olmasına karşın sol ventrikül fonksiyonlarının korunup korunmadığı konusu tartışmalıdır (6, 8, 9, 30–32). Kalp kitlesinin malnütrisyonlu hastalardaki değişimine dair ilk bulgular postmortem çalışmalara dayanmaktadır. Kerpel-Fronius ve Varga (31) 1949 yılında yaptıkları bir otopsi çalışmasında, malnütrisyonlu olgularda kalbin ağırlığında %60 oranında azalma olduğunu göstermişlerdir. Başka bir otopsi çalışmasında ise malnütrisyonlu hastalarda LVM’de azalma olmasına rağmen kalp ağırlığının vücut ağırlığına oranı kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (33). Ekokardiyografik olarak da birçok çalışmada kalbin ağırlığında azalma olduğu bildirilmiştir (6, 8, 9, 32, 34). Çalışmamızda malnütrisyonlu grupta LVM kontrol grubuna

göre düşük bulunurken, LVMI birçok çalışmayla uyumlu olarak iki grup arasında farklılık göstermemekteydi (8, 9). Malnütrisyon altgrupları arasında yapılan analizde LVMI değerleri açısından fark yoktu. Bu sonuçlar malnütrisyonlu çocuklarda kalbin diğer organlar gibi etkilendiği ancak kalp kitlesindeki azalmanın vücut kitlesindeki azalmayla orantılı olduğunu göstermiştir. Malnütrisyonlu grupta ESVI ve LVIDsI kontrol gruba göre yüksek olarak saptandı. Bu bulgu malnütrisyonlu hastaların sol ventrikül sistolik fonksiyonlarındaki azalmaya bağlı olabilir.

Sol ventrikül sistolik fonksiyonlarına malnütrisyonun etkisi konusunda bir görüş birliği yoktur (6, 8). Dizinde sol ventrikül sistolik fonksiyonlarını ölçmek amacıyla en sık çalışılan ölçümlerden olan EF ve FS değerleri bazı çalışmalarda malnütrisyonlu hastalarda değişmemiş olarak bulunurken (6, 32, 34), bazı araştırmacılar ise özellikle ağır malnütrisyon şekillerinde bu ölçümlerin önemli oranda azaldığını saptamışlardır (8, 9, 14, 35, 36). Çalışmamızda EF ve FS değerleri malnütrisyonlu grupta kontrol grubuna göre düşük bulundu. Bu değerler kronik malnütrisyonlu hastalarda akut malnütrisyonlu gruba göre daha düşüktü. Bu bulgumuz uzun süren malnütrisyonlarda düşen bazal metabolizma ve azalan gereksinime rağmen kalbin sistolik fonksiyonlarını koruyamadığını düşündürmektedir. Bu nedenle malnütrisyon kronikleşmeden tedavi edilmesi gerektiği kanısındayız.

Birçok çalışmada malnütrisyonlu hastalarda CO'da malnütrisyonun ağırlığıyla paralel bir düşüş olduğu ancak bu düşüşe rağmen, CI'nın değişmediği görülmüştür (6, 9). Çalışmamızda malnütrisyonlu grupla kontrol grubu arasında EDVI, CI ve SI değerleri arasında farklılık tespit edilmedi. CI'nın hasta ve kontrol grubunda değişiklik göstermemesi, CO'da vücut kütlesi ve bazal metabolizmayla orantılı azalmanın olduğunu ve kalbin fonksiyonel rezervinin düşük dolaşım yüküne göre yeterli olduğunu göstermektedir. Ancak literatürde malnütrisyonlu hastalarda kardiyak indeksi düşük bulan ve tedavinin ilk haftasında normale döndüğünü bildiren çalışmalar da mevcuttur (35).

Yapılan çalışmalarda malnütrisyonlu hastalarda kalbin diyastolik fonksiyonlarının genellikle korunmuş olduğu görülmüştür (9, 32). Ancak bazı çalışmalarda özellikle ağır malnütrisyon durumunda kalbin diyastolik fonksiyonlarının da etkilendiği bildirilmiştir (37).

Fieretto ve ark. (38) tarafından genç ratlarda yapılan bir çalışmada malnütrisyonunda ventrikülde pasif sertlik saptanmasına rağmen değişen ventriküler geometrinin diyastolik fonksiyonlardaki bozulmayı engellediği savunulmuştur. Schocken ve ark. (37) ise ağır kilo kayıplarında

diyastolik fonksiyonların korunamadığını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da diyastolik disfonksiyonun eko-kardiyografik göstergelerinden olan E, A, E/A, EAT, DT değerleri farklı bulunmadı. Çalışmamızda IVRT değeri malnütrisyonlu hastalarda kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu. IVRT'deki uzama LV gevşemesinde azalma ve LV basıncının düşmesindeki yavaşlamaya bağlı diyastolik disfonksiyonun bulgusu olabilir.

Miyokard performans indeksi sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonlarını birlikte değerlendirebilen bir Doppler indeksi olarak keşfedilmiştir (39). Çalışmamızda malnütrisyonun ağırlığı ve akut ya da kronik olmasına bağlı olmaksızın tüm malnütrisyon gruplarında MPI değerleri kontrol grubuna göre yüksek saptanırken gruplar arası anlamlı farklılık saptanmadı. Bu hastalarda yüksek bulunan MPI değerlerinin büyük oranda sistolik fonksiyon bozukluğunu yansıttığını düşünmekteyiz.

Dizinden malnütrisyonlu hastalarda troponin düzeylerini yüksek bulan çalışmalar bulunmakla birlikte bu hastalarda malnütrisyonla birlikte sepsis, ağır enfeksiyon, ağır anemi ve ciddi elektrolit dengesizliği gibi ek etmenler vardır (8, 32). Çalışmamızda tüm hastalarda troponin seviyeleri normal sınırlardaydı. Troponin düzeylerinin normal olması ağırlaştırıcı ek etmenler olmadıkça miyonekroz oluşmadığını göstermektedir. Miyonekroz oluşmaması doğru bir beslenme tedavisi sonrasında kardiyak değişikliklerin düzelebileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın kısıtlılıkları; hasta sayısının az olması nedeniyle hastalar yaş gruplarına ayrılıp değerlendirilememiş ancak yaşın etkisini en aza indirmek için veriler vücut yüzey alanına indekslenerek sunulmuştur. Çalışmanın kesitsel olup uzun dönem izlem içermemesidir.

Sonuç olarak; çalışmamızda malnütrisyonlu çocuklarda sistolik fonksiyonlar başta olmak üzere kalbin kasılma fonksiyonlarında bozulma olduğu görüldü. Bu çocuklarda QTD ve QTcD'nin yüksek olması ventriküler aritmilere yatkın olduklarını ve ani ölümlerin görülebileceğini göstermektedir. Malnütrisyonun erken tanı ve tedavisiyle bu hastalarda kardiyak nedenli hastalık ve ölümlerin önüne geçilebileceğini düşünmekteyiz.

Etik Kurul Onayı: Çalışma Helsinki deklarasyon prensiplerine uygun olarak gerçekleştirildi. Bu çalışma için etik kurul onayı Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokal Etik Kurulu'ndan alınmıştır (02.06.2011/0909).

Hasta Onamı: Yazılı hasta onamı bu çalışmaya katılan hastaların ebeveynlerinden alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - O.A., E.Y.; Tasarım - N.Ö., O.A.; Denetleme - E.Y., O.A.; Kaynaklar - O.A.; Malzemeler - O.A., E.Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - O.A.; Analiz ve/veya Yorum - E.Y., O.A., M.Ç.; Literatür Taraması - O.A., N.Ö.; Yazıyı Yazan - O.A., M.Ç.; Eleştirel İnceleme - O.A., M.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Mali Destek: Yazarlar bu çalışma için Fırat üniversitesi bilimsel araştırma projesi destekleme fonundan mali destek aldıklarını beyan etmişlerdir (2011/23).

Ethics Committee Approval: The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Approval was obtained from Fırat University Faculty of Medicine local ethics committee (02.06.2011/0909).

Informed Consent: Written consent was obtained from the parents of all patients.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - O.A., E.Y.; Design - N.Ö., O.A.; Supervision - H.Ç., Y.C.; Data Collection and/or Processing - O.A.; Analysis and/or Interpretation - E.Y., O.A., M.Ç.; Literature Review - O.A., N.Ö.; Writing - O.A., M.Ç.; Critical Review - O.A., M.Ç.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received financial support by Fırat University Scientific Research Project Support Fund (2011/23).

Kaynaklar

- Unicef. Malnutrition: Causes, consequences and solutions. In: The States of the World's Children; Focus on Nutrition. Oxford and New York: Oxford University Press; 1998. p. 7–35. [CrossRef]
- Saner G. Beslenme ve beslenme bozuklukları. In: Neyzi O, Ertuğrul T, editors. Pediatri, 3rd ed. Istanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2002. p. 204–20.
- Unicef. Nutrition and Growth. Facts for life. Oxford and New York: Oxford University Press; 2010. p. 80–95.
- Pelletier DL, Frongillo EA, Schroeder DG, Habicht JP. The effects of malnutrition on child mortality in developing countries. Bull World Health Organ 1975; 73: 443–48.
- Altaş B, Kuloğlu Z. Approach to children with malnutrition. Turkish J Pediatr Dis 2011; 5: 54–64.
- Olivares JL, Vázquez M, Rodríguez G, Samper P, Fleta J. Electrocardiographic and echocardiographic findings in malnourished children. J Am Coll Nutr 2005; 24: 38–43.
- Heird WC. Nutrition. In: Behrman RE, Kliegman RM, Arvin AM, editors. Nelson Textbook of Pediatrics. 17th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 2004. p. 153–73.
- Faddan NH, Sayh KI, Shams H, Badrawy H. Myocardial dysfunction in malnourished children. Ann Pediatr Cardiol 2010; 3: 113–8. [CrossRef]
- Ocal B, Unal S, Zorlu P, Tezic HT, Oğuz D. Echocardiographic evaluation of cardiac functions and left ventricular mass in children with malnutrition. J Paediatr Child Health 2011; 37: 14–7. [CrossRef]
- Swenne I. Heart risk associated with weight loss in anorexia nervosa and eating disorders: electrocardiographic changes during the early phase of refeeding. Acta Paediatr 2000; 89: 447–52. [CrossRef]
- Swenne I, Larsson PT. Heart risk associated with weight loss in anorexia nervosa and eating disorders: risk factors for QTc interval prolongation and dispersion. Acta Paediatr 1999; 88: 304–9. [CrossRef]
- Başkan M, Koçak G, Gürses D, Ergin H. Malnütrisyonlu çocuklarda QT intervali ve dispersiyonu. Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi 2000; 7: 315–21.
- Fuenmayor AJ, Mora RE, Fuenmayor AC, Fuenmayor AM. QT-interval dispersion in malnourished children. Clin Cardiol 1998; 21: 201–5. [CrossRef]
- El Razaky O, Naeem A, Donia A, El Amrousy D, Elfeky N. Cardiac changes in moderately malnourished children and their correlations with anthropometric and electrolyte changes. Echocardiography 2017; 34: 1674–9. [CrossRef]
- Goldner B, Brandspiegel HZ, Horwitz L, Jadonath R, Cohen TJ. Utility of QT dispersion combined with the signal-averaged electrocardiogram in detecting patients susceptible to ventricular tachyarrhythmia. Am J Cardiol 1995; 76: 1192–2004. [CrossRef]
- Goldhammer EI, Zaid G, Tal V, Jaffe M, Abinader EG. QT dispersion in infants with apparent life-threatening events syndrome. Pediatr Cardiol 2002; 23: 605–7. [CrossRef]
- Kumar N, Pandita A, Sharma D, Kumari A, Pawar S, Digra KK. To Identify Myocardial Changes in Severely Malnourished Children: A Prospective Observational Study. Front Pediatr 2015; 3: 57. [CrossRef]
- Neyzi O, Gunoz H, Furman H, et al. Weight, height, head circumference and body mass index references for Turkish children. Turkish J Pediatr 2008; 51: 1–14.
- Gómez F, Ramos Galvan R, Frenk S, Cravioto Muñoz J, Chávez R, Vázquez J. Mortality in second and third degree malnutrition. 1956. Bull World Health Organ 2000; 78: 1275–80.
- Waterlow JC. Classification and definition of protein-calorie malnutrition. Br Med J 1972; 3: 566–69. [CrossRef]
- Palla B, Litt IF. Medical complications of eating disorders in adolescents. Pediatrics 1988; 81: 613–23.
- Bedi M, Babbar R, Chakrabarty AS, Sachdev HP. Comparative study of autonomic nervous system activity in malnourished and normal children in India. Ann Trop Paediatr 1999; 19: 185–9. [CrossRef]
- Duraković Z, Duraković A, Korsić M. Changes of the corrected Q-T interval in the electrocardiogram of patients

- with anorexia nervosa. *Int J Cardiol* 1994; 45: 115–20. [\[CrossRef\]](#)
24. Steinhausen HC, Glanville K. Follow-up studies of anorexia nervosa: a review of research findings. *Psychol Med* 1983; 13: 239–49. [\[CrossRef\]](#)
 25. Tamburrino MB, McGinnis RA. Anorexia nervosa. A review. *Panminerva Med* 2002; 44: 301–11.
 26. Isner JM, Roberts WC, Heymsfield SB, Yager J. Anorexia nervosa and sudden death. *Ann Intern Med* 1985; 102: 49–52. [\[CrossRef\]](#)
 27. Webb JG, Kiess MC, Chan-Yan CC. Malnutrition and the heart current review. *CMAJ* 1986; 135: 753–58.
 28. Thwaites BC, Bose M. Very low calorie diets and prefasting prolonged QT interval. A hidden potential danger. *West Indian Med J* 1992; 41: 169–71.
 29. Surawicz B, Waller BF. The enigma of sudden cardiac death related to dieting. *Can J Cardiol* 1995; 11: 228–31.
 30. Grover Z, Ee LC. Protein energy malnutrition. *Pediatr Clin North Am* 2009; 56: 1055–68. [\[CrossRef\]](#)
 31. Kerpel-Fronius E, Varga F. Dynamics of circulation in infantile malnutrition. *Pediatrics* 1949; 4: 301–8.
 32. El-Sayed HL, Nassar MF, Habib NM, Elmasry OA, Gomaa SM. Structural and functional affection of the heart in protein energy malnutrition patients on admission and after nutritional recovery. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60: 502–10. [\[CrossRef\]](#)
 33. Cunha DF, Cunha SF, Reis MA, Teixeira Vde P. Heart weight and heart weight/body weight coefficient in malnourished adults. [Article in English, Portuguese] *Arq Bras Cardiol* 2002; 78: 382–7. [\[CrossRef\]](#)
 34. Kothari SS, Patel TM, Shetalwad AN, Patel TK. Left ventricular mass and function in children with severe protein energy malnutrition. *Int J Cardiol* 1992; 35: 19–25.
 35. Phornphatkul C, Pongprot Y, Suskind R, George V, Fuchs G. Cardiac function in malnourished children. *Clin Pediatr (Phila)* 1994; 33: 147–54. [\[CrossRef\]](#)
 36. Shoukry I, Shoukry AS, Ibrahim MM, Fahmy N, Madkour MA. Cardiac atrophy and ventricular function in infants with protein calorie malnutrition. In: Doyle EF, Engle MA, Gersony WM, Rashkind WJ, Talner NS, editors. *Pediatric Cardiology*; New York: Springer Verlag; 1986. p. 169–71.
 37. Schocken DD, Holloway JD, Powers PS. Weight loss and the heart. Effect of anorexia nervosa and starvation. *Arch Intern Med* 1989; 149: 877–81. [\[CrossRef\]](#)
 38. Fioretto JR, Querioz SS, Padovani CR, Matsubara LS, Okoshi K, Matsubara BB. Ventricular remodeling and diastolic myocardial dysfunction in rats submitted to protein-calorie malnutrition. *Am J Physiol* 2002; 282: 1327–33. [\[CrossRef\]](#)
 39. Uluçay E, Tath E. Myocardial performance index. *Anadolu Kardiyol Derg* 2008; 8: 143–8.