



Kalp Yetmezliği

Dr. Serdar KULA



Ders Planı

- Tanım
- Patofizyoloji
- Tanı
- Tedavi



TANIM



Tanım

- Miyokardın vücudun metabolik ihtiyaçlarını karşılayamadığı durumlar
 - Artmış önyük (preload): Kalp kası liflerinde gerilme
 - Artmış ardyük (afterload)
 - Miyokard kasılmasında bozukluk
 - Diastolik dolumda yetersizlik



- Efektif kardiyovasküler fonksiyon,
 - iyi bir sistemik arteriyel oksijenizasyona,
 - uygun kalp hızı ve intravasküler volüme,
 - sağlıklı bir miyokarda,
 - uygun sistemik ve pulmoner dirence bağlıdır



PATOFİZYOLOJİ



Patofizyoloji

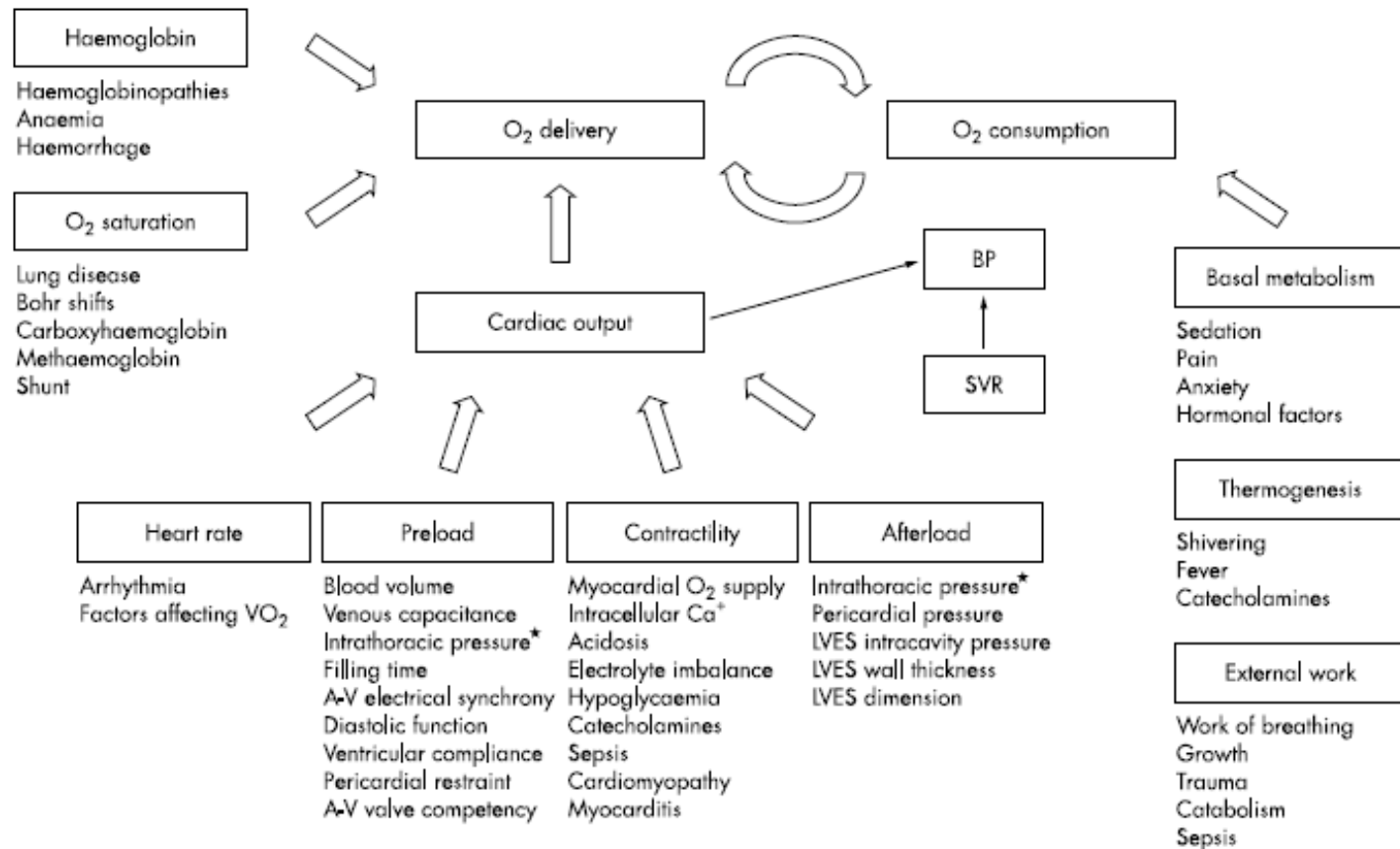


Figure 1 Factors affecting oxygen delivery and consumption. BP, systemic blood pressure; SVR, systemic vascular resistance; VO₂, oxygen consumption; A-V, atrioventricular; LVES, left ventricular end systolic. *Common intensive care scenarios augmenting intrathoracic pressure include mechanical ventilation, pneumothorax, pleural/pericardial fluid collections.

Patofizyoloji





Patofizyoloji

- Kalbin tek amacı uygun kardiyak output'u sağlamaktır



Patofizyoloji

$$\mathbf{CO = HR \times SV}$$

CO = Kardiyak atım hacmi

Ventrikülden bir dakikada atılan kan volümü (volüm / dakika)

SV = Stroke volüm

Ventrikülden sistolde atılan kan atımı



Patofizyoloji

Stroke volümü etkileyen faktörler nelerdir ?

- Miyokardiyal kasılabilirlik
- Preload (Ön yük)
- Afterload (Ard yük)



Patofizyoloji

Miyokard Kasılabilirliği

- Miyokard tarafından oluşturulan güç
- Kimyasal ve hormonal etkileri yansıtır

Kontraktilite ↑ → SV ↑ → CO ↑



Patofizyoloji

Ard yük

- Ventriküllerin içeriğini boşaltabilmesi için yenmesi gereken direnç
- Arteriyel kan basıncı ile tahmin edilebilir (Eğer LVOT obstruksiyonu yoksa)
- Arteriyel vasodilatörlerle azalır (ACE İnhibitörleri)

Ard yük (direnç) ↓ → SV ↑ → CO ↑



Patofizyoloji

Ön yük

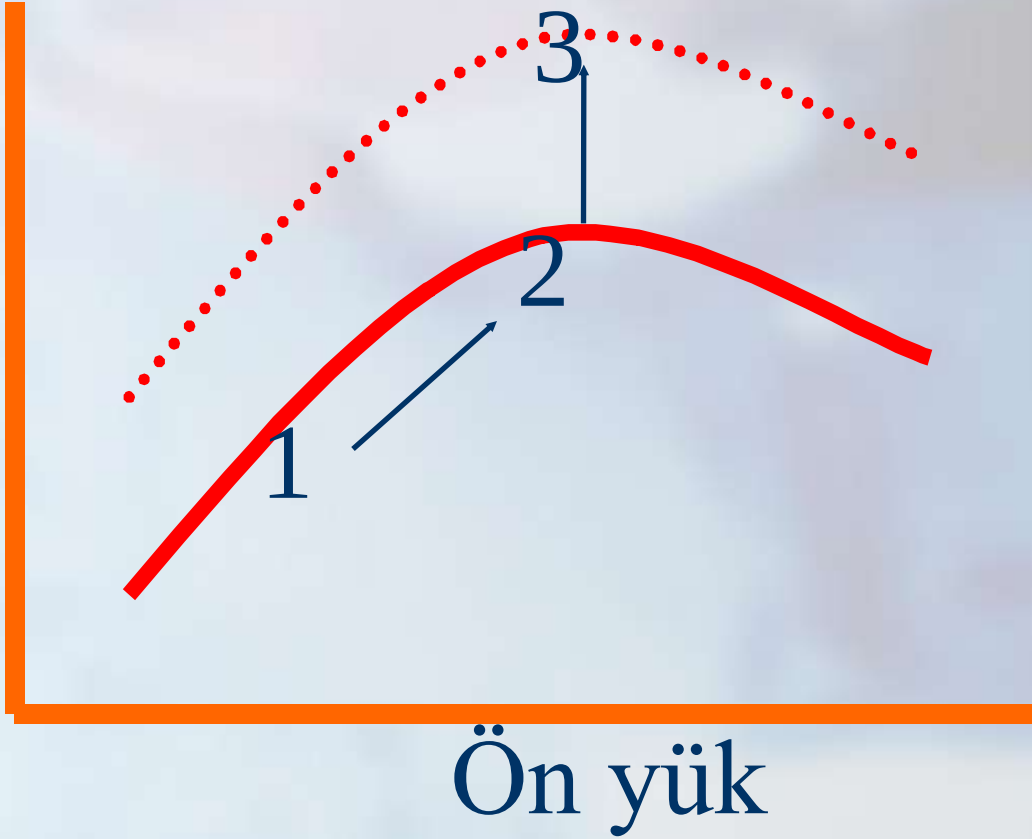
- Diyastol sonundaki miyokardiyal gerilim miktarı

Frank-Starling Eğrisi

Patofizyoloji

Frank-Starling Eğrisi

Kardiak
performans



Santral venöz basınç 8-10 mmHg olacak şekilde tutulmalıdır



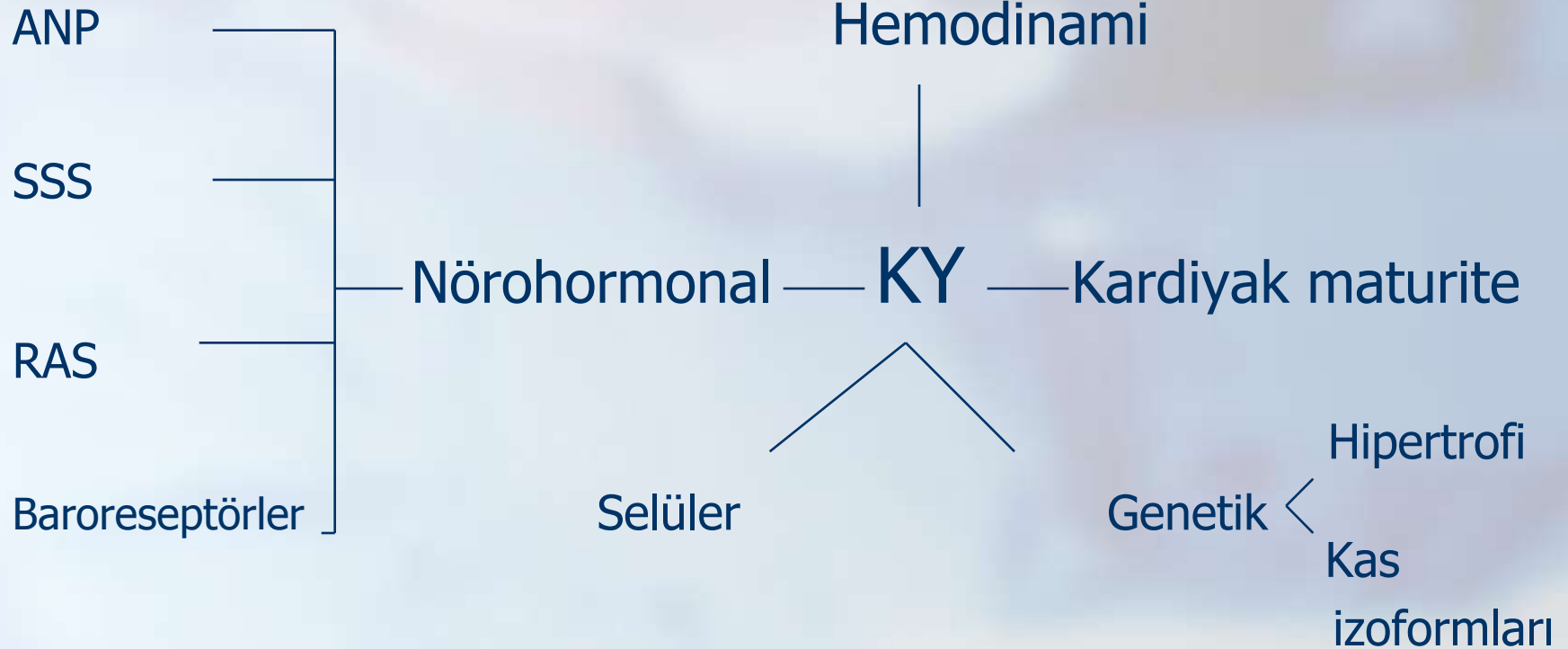
“Normal” Değerler

- CVP 8-10 mmHg
- $CI = CO \div BSA$ 3.5-5.5 L/dk/m²
- PCWP 4-12 mmHg
- $SVRI = (MAP - CVP) \div CI \times 80$ 800 - 1600 dyne-sec/cm⁵/m²
- $PVRI = (MPAP - PCWP) \div CI \times 80$ 80 -240 dyne-sec/cm⁵/m²



Patofizyoloji

Önyük Diastol Sistol Ardyük Kalp debisi





TANI



Tanı

Bebeklerde Kalp Yetersizliği Klinik Sınıflaması

Ross Klinik Sınıflaması (1992)

I	Kısıtlanma ve belirti yok
II	Bebek: Beslenme ile hafif takipne / terleme Gelişme geriliği yok
III	Beslenme veya etkinlikle belirgin takipne/ terleme Beslenme süresi uzamış KKY'e bağlı gelişme geriliği
IV	Dinlenimde takipne, çekilmeler, inleme veya terleme



Pediatr Cardiol 1992;13:72



Tanı

Ross Derecelemesi (2001)

	0	1	2
Beslenme miktarı (ml)	>100	75-100	<75
Beslenme süresi (dk)	< 40	>40	
Solunum hızı (/dk)	< 50	50- 60	>60
Solunum şekli	Normal	Bozuk	
Periferik perfüzyon	Normal	Azalmış	
S ₃ diyastolik gallop	Yok	Var	
Karaciğer büyüklüğü (cm)	< 2	2- 3	>3

KKY yok: 0- 2

Hafif KKY: 3- 6

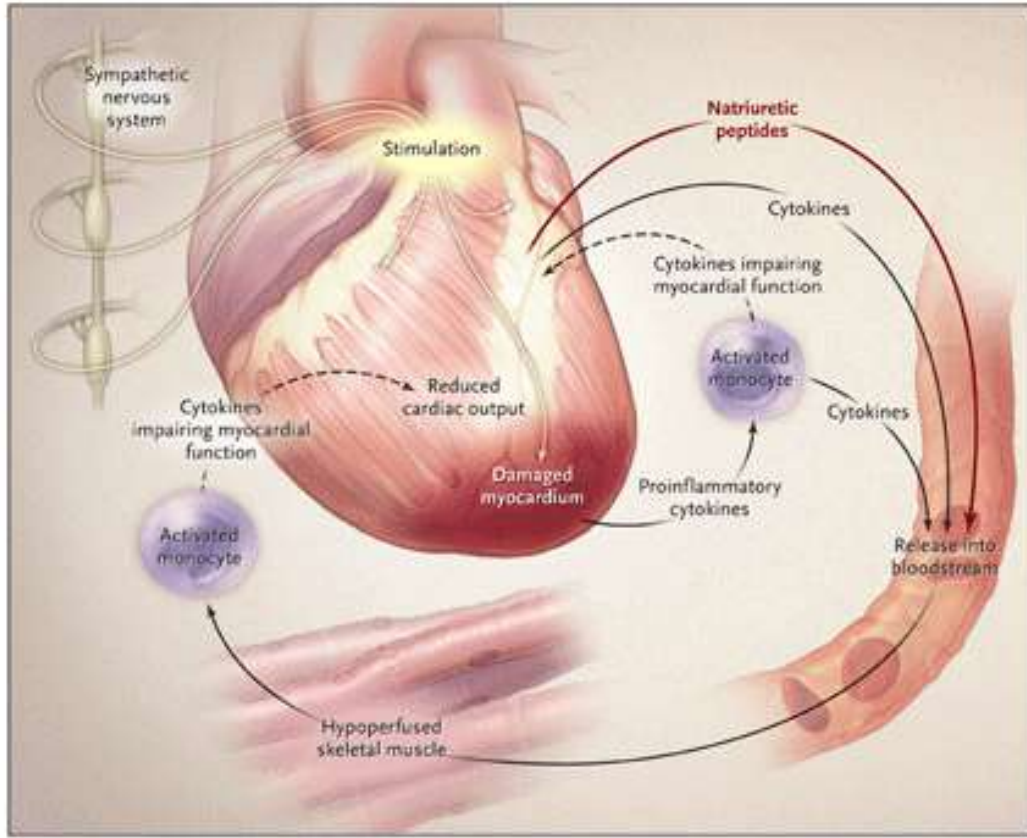
Orta derecede KKY: 7- 9

Ağır KKY: 10-12

Bu derecelendirme ve sınıflama nörohumoral etkinlik artışı (norepinefrin, BNP) ile doğru orantılı

Tanı

Klinik Biyomarkerlar



Sitokin hipotezine göre, proinflatuvar sitokinler (TNF, IL-1, IL-6 ve IL-18) hasar gören miyokard tarafından salınırlar. Bu durum artmış sempatik aktivasyonla daha da uyarılır. Hasarlı miyokard, iskelet kası gibi, azalmış kardiyak atım hacmi nedeniyle az kanlanmaktadır. Bu durum aynı sitokinleri salgılayan monositleri uyarır ve miyokard fonksiyonları daha da bozulur. Stres altındaki miyokard bu kez durumu düzeltmek için natriüretik peptidleri salgılar.



Tanı

Klinik Biyomarkerlar

Braunwald E. *New Engl J Med* 2008; 358: 2148-2159.

Table 1. Biomarkers in Heart Failure.

Inflammation*†‡

C-reactive protein

Tumor necrosis factor α

Fas (APO-1)

Interleukins 1, 6, and 18

Oxidative stress*†§

Oxidized low-density lipoproteins

Myeloperoxidase

Urinary biopyrrins

Urinary and plasma isoprostanes

Plasma malondialdehyde

Extracellular-matrix remodeling*†§

Matrix metalloproteinases

Tissue inhibitors of metalloproteinases

Collagen propeptides

Propeptide procollagen type I

Plasma procollagen type III

Neurohormones*†§

Norepinephrine

Renin

Angiotensin II

Aldosterone

Arginine vasopressin

Endothelin

Myocyte injury*†§

Cardiac-specific troponins I and T

Myosin light-chain kinase I

Heart-type fatty-acid protein

Creatine kinase MB fraction

Myocyte stress†‡§¶

Brain natriuretic peptide

N-terminal pro-brain natriuretic peptide

Midregional fragment of proadrenomedullin

ST2

New biomarkers†

Chromogranin

Galectin 3

Osteoprotegerin

Adiponectin

Growth differentiation factor 15



Tanı

Klinik Biyomarkerlar

- BNP ve NT pro-BNP kalp yetmezlikli çocuklarda belirleyici olarak kullanılabilir, ancak hastalığa özgün değerlerin tanımlanması gereklidir
- Yapılacak diğer çalışmalarla biyomarkerler risk değerlendirmesi için daha anlamlı kullanılabilir.
- Tek başına BNP ölçümü yeterli değildir. Daha ileri çalışmalarla birçok biyomarkerin birlikte kullanıldığı risk değerlendirme durumları yapılabilir.



Düşük Kardiyak Output



Düşük Kardiyak Output'un Bulguları

- Taşikardi
- Hipotansiyon
- Nabız basıncında daralma
- Perfüzyonun bozulması
 - Soğuk ekstremiteler
 - Nabızların zayıflaması
 - Kapiller dolum zamanının yavaşlaması
- Oligüri ya da anuri



Düşük Kardiyak Output'un Laboratuvar bulguları

- Arteriyel-Venöz oksijen farkı $\geq$ %30
- Metabolik asidoz
- Laktat artışı $> 2\text{mmol/L}$



Düşük Kardiyak Output Tedavisinde Amaçlar

- Kontraktilite/ventriküler fonksiyonların optimizasyonu
- Diastolik fonksiyonun düzeltilmesi
- Uygun ön yükün sağlanması
- Oksijenizasyonun sağlanması
- Ventriküle toparlanmak için zaman verilmesi



Düşük Kardiyak Output Tedavisinde Amaçlar

- Bu tabloda en ideal seçenek tedaviye periton dializi eklenmesidir



Düşük Kardiyak Atım Hacminde Risk Faktörleri

Progresif ya da persistan zayıf periferik perfüzyon

- Artmış ventriküler dolum basıncı
- Cardiac index < 2.0

Mixed venöz saturasyon $< \%40$

- Persistan metabolik asidoz
- Oliguria (< 1 ml /kg/min)
- Fraction of inspired oxygen (FiO_2) ihtiyacında artma
- Ekokardiyogarifide bozulmuş kardiyak fonksiyon



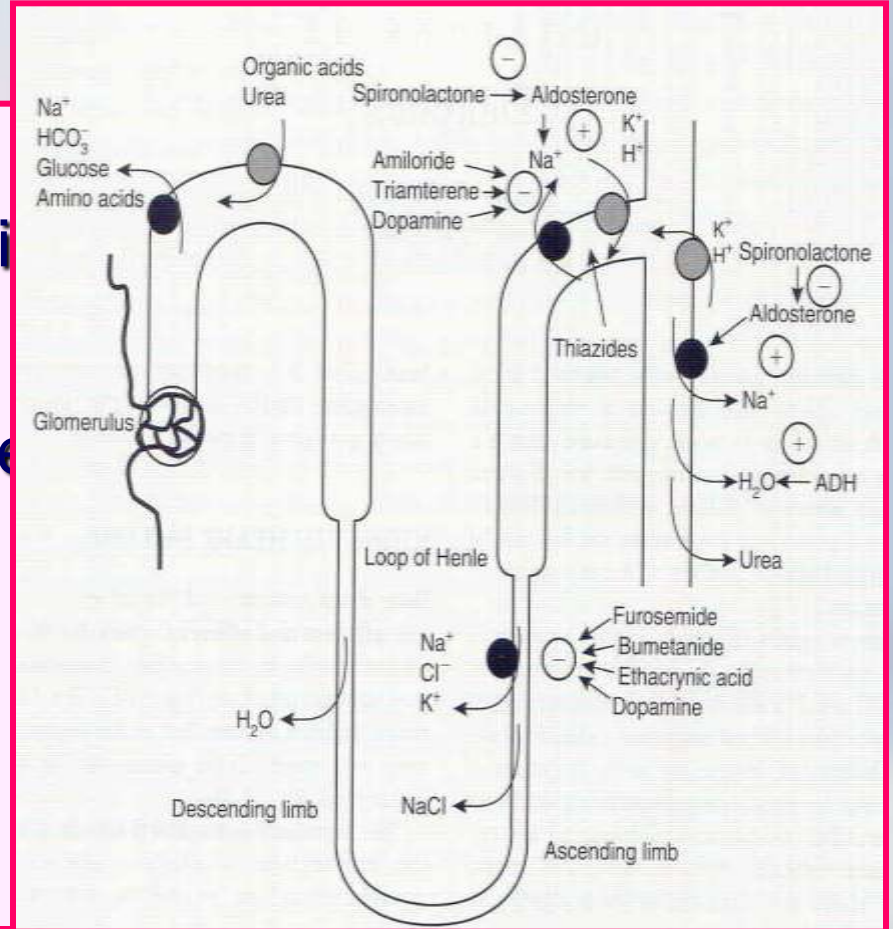
TEDAVİ



Ön Yük

Diüretik tedavi

- Pulmoner ve sistemik venöz konjesyonu olan hastalarda tedaviye diüretiklerle başlanır.
- Su- Na birikimini azaltır ve egzersiz kapasitesini artırır.





Çocuklarda Kalp yetersizliğinde Kullanılan Diüretik İlaçlar

DİÜRETİKLER	Dozlar (kg/gün)	Veriliş Şekli
FUROSEMİD	1-2 mg (IV) 1- 4 mg (oral)	IV, IM,oral, IV inf
ETAKRİNİK ASİD	1 mg	IV
KLORTHİAZİDE	20- 50 mg	oral
HYDROKLORTHİAZİDE	1- 2 mg	oral
METOLAZONE	0,2- 0,4 mg	oral
SPIRONOLAKTON	2 – 3 mg	oral



Diüretikler

- Kalp yetersizliği olan bebeklerde ilk seçenek Furosemide (Lasix) olmalıdır (İM, İV)
- KY'inde diüretiklerin yalnız kullanılması önerilmemektedir



Ard Yük



Ard Yüyükün Azaltılması

- Nitroprusside
- Nitroglycerin
- Nitric Oxide



Nitric Oxide

- Endothelially Derived Relaxing Factor (EDRF) olarak da bilinir
- Arteriollerde düz kas gevşemesi yapar
- İnhalasyon olarak verildiğinde selektif pulmoner etkisi vardır
- Hızla hemoglobine bağlanır ve inaktif olur.
- Günlük maliyeti 3000\$ civarındadır



Nitroprusside

- NO ön maddesidir
- Etki yeri: Öncelikle arterler
- Etki: vasodilator
- Doz aralığı: 0.3-7.0mcg/kg/dk
- Riskler: ciddi hipotansiyon, siyanid toksisitesi, methemoglobinemi



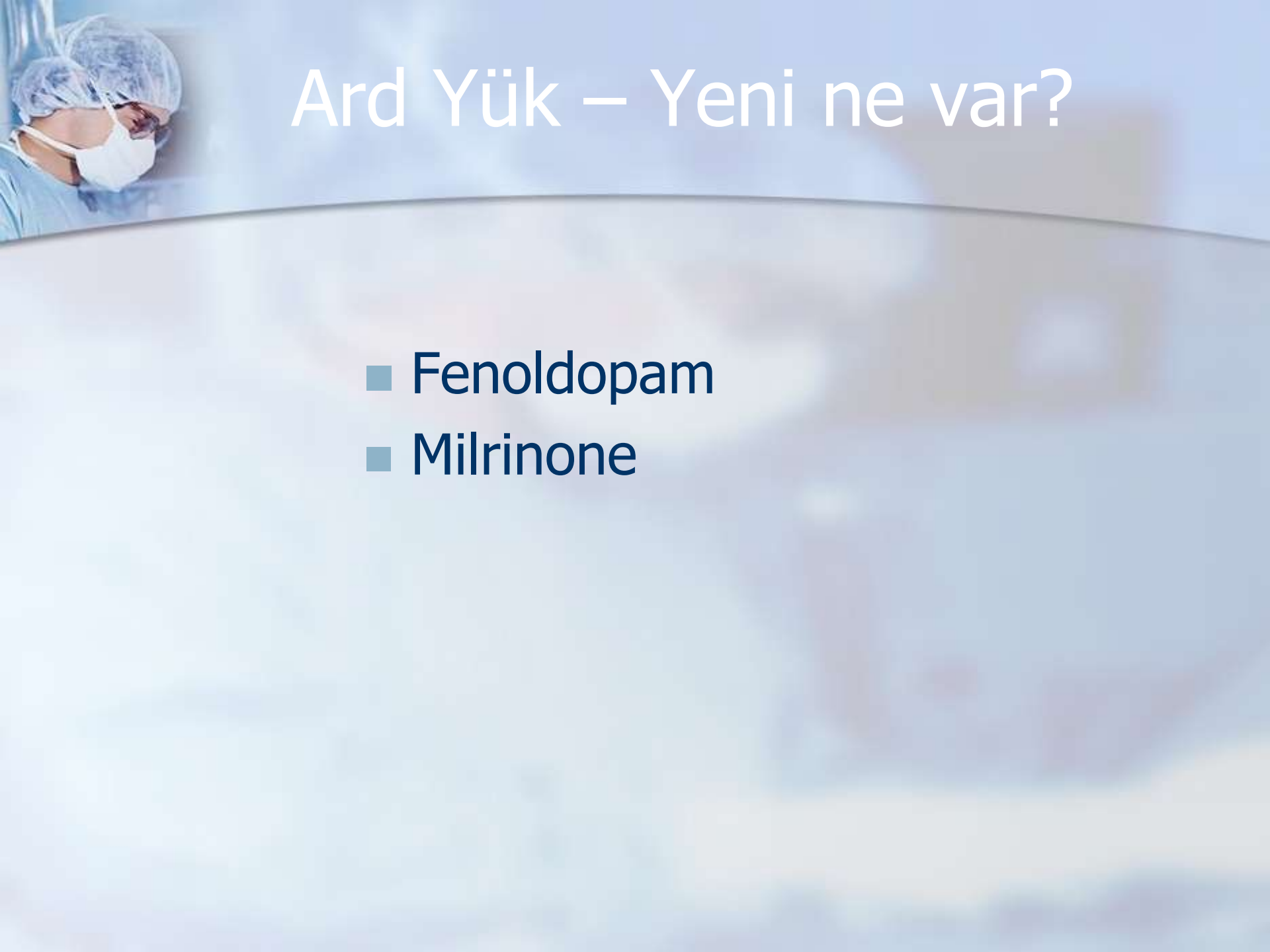
Nitroglycerin

- NO ön maddesidir
- Etki yerleri: Ven ve arterler
- Etki: vazo ve venodilator
- Doz aralığı: 0.3-5.0mcg/kg/dk
- Riskler: Ön yük azalması, ciddi hipotansiyon, methemoglobinemi, siyanid toksisitesi



Kimler Ard yük azaltılmasına ihtiyaç gösterir?

- Aortik ve mitral yetmezlikli hastalar
- Kötü sol ventrikül fonksiyonları



Ard Yük – Yeni ne var?

- Fenoldopam
- Milrinone



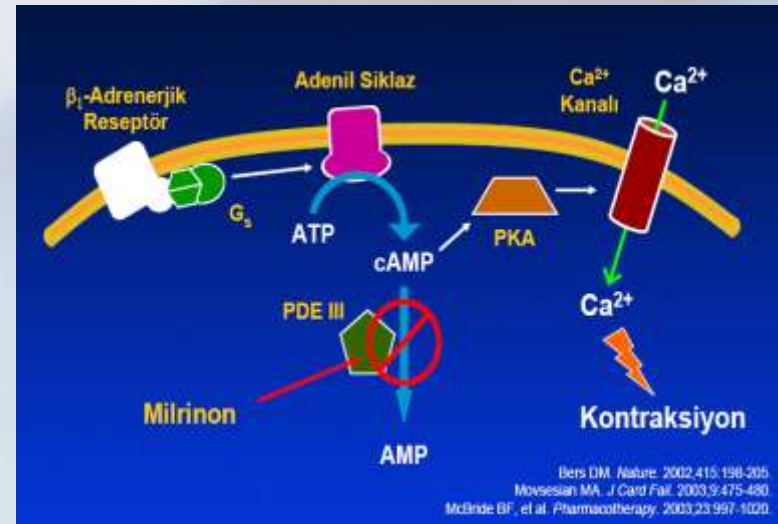
Fenoldopam

- Dopamin'in fenol modifikasyonudur
- Dopamine 1 reseptor agonistidir
- Vasodilatasyon
- Renal kan akımını iyileştirir



Milrinone

- Ayrıca inotropik ve kronotropik etkileri vardır
- cAMP aracılığıyla vazodilatasyon yapar
 - Adrenerjik reseptörlerle etkileşime girmez
- Doz aralığı: 0.3-1mcg/kg/dk
- Endikasyon: Hem inotropi hem de ard yük azaltılmasına ihtiyaç gösteren hastalar





Ard yük

Uzun dönemde ardyük azaltılması gerektiğinde veya KB kontrolünde ***ACEi veya üçüncü jenerasyon β -blokörler*** tercih edilir.



Kontraktilite



Yenidoğan miyokardı

- Yenidoğan miyokardının kasılabilirliği erişkine göre daha azdır
- Sarkoplazmik retikulum yetersiz olduğu için, hücre dışı kalsiyuma daha fazla bağımlılık gösterir
- B reseptör sayısı daha az olduğu için daha yüksek dozlarda dopamin/dobutamin desteğine ihtiyaç gösterirler



Yenidoğan miyokardı -2

- Yenidoğanda Frank-Starling eğrisi üst sınırına çok küçük dolum hacmi yükselmesi ile varır. Yenidoğanların preload rezervi erişkine göre azdır.
- Yenidoğanlarda 180/dakika üstündeki kalp hızları kardiyak outputta azalmaya yol açabilir.



Kontraktilite

■ Kontraktilitenin hasta başı değerlendirilmesi:

$$\text{Fraksiyonel kısalma} = \frac{\text{LV end diastolik \u00e7ap} - \text{LV end sistolik \u00e7ap}}{\text{LV end sistolik \u00e7ap}} \times 100$$

\u00c7ocuklarda normal fraksiyonel kısalma %28 – 44 arasındadır.
Azalmı\u015f fraksiyonel kısalma bozulmu\u015f kontraktilite demektir

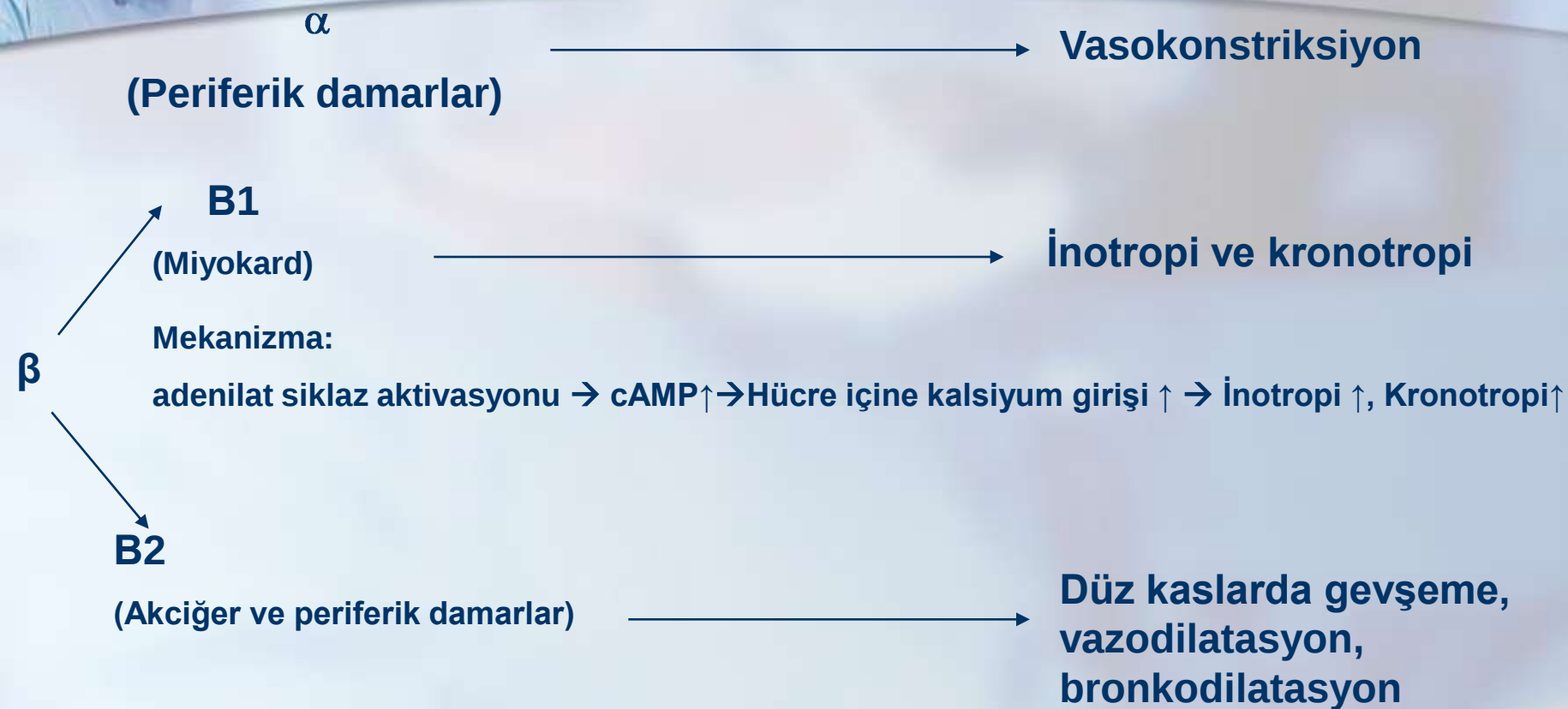


İnotrop kullanma endikasyonları:

- Hipotansiyon
- Akut kalp yetmezliği
- Bozulmuş vasküler tonus



Adrenerjik reseptörler





İdeal İnotrop

- Vazokonstriksiyon yapmayacak
- Kalp hızını değiştirmeyecek
- İyi tolere edilecek
- Titrasyonu kolay olacak
- Doğrudan etkili olacak
- Diğer vazoaaktif ajanlarla uyumlu olacak
- Enerji dostu olacak

Endojen Katekolamin Reseptörlerinin Yerleşimi ve Etkileri

Yer	Reseptör Tipi	Etki
Kalp		
Sinüs nodu	β_1	Kalp hızı artar
AV nod	β_1	Kalp hızı artar
Atrium + Ventriküller	β_1	Kontraktilite artar
Koroner dolaşım	α	Vazokonstriksiyon
Koroner dolaşım	Dopaminerjik	Vazodilatasyon
Perifer Damarlar		
Deri	α	Vazokonstriksiyon
Pulmoner	α	Vazokonstriksiyon
Renal	Dopaminerjik	Vazodilatasyon
Mezenterik+Splankinik	B2, Dopaminerjik	Vazodilatasyon
İskelet kası	β_2	Vazodilatasyon
Diğer		
Renal tübüller	Dopaminerjik	Diürez
Bronşial ağaç	β_2	Bronkodilatasyon



İnotropoların etki yerleri

İnotrop	Reseptör
Adrenalin	β_2 , β_1 , α
Noradrenalin	α_1 , α_2 , β_2
Dopamin	β_1 , α
Dobutamin	β_1
İsoprenalin	β_1 , β_2



Epinefrin

- Yarı ömrü 2-3 dakikadır.
- Düşük dozlarda β reseptörleri üzerinde belirgin etkiye sahipken (kalp hızı ve kasılmasında artış, sistemik damar direncinin azalması), yüksek dozlarda α reseptörlerini etkiler (sistemik damar direncinde artış, miyokard oksijen tüketiminde artış, glikoliz ve buna bağlı hiperglisemi).
- Yenidoğanlarda $1\mu\text{g/kg/dk}$ dozundaki infüzyonlarda sarkolemmal rüptür ve mitokondri yapısında bozukluklara yol açarak geri dönüşümsüz miyokard hasarı oluşturur (Caspi J et al. Pediatr Res 1994;36:49-54)



İlaç	Doz ($\mu\text{g/kg/dakika}$)	Etkileri
Dopamin	Düşük (0.5 – 4) Orta (5-10) Yüksek (11 – 20)	- Renal vazodilator - Inotropik - Periferal vazokonstriktör
Dobutamin	2 – 20	- Inotropik - Periferal vazodilator - Pulmoner vazodilator



İlaç	Doz ($\mu\text{g/kg/dakika}$)	Etkileri
Dopamin	Düşük (0.5 – 4) Orta (5-10) Yüksek (11 – 20)	- Renal vazodilator - Inotropik - Periferal vazokonstriktör
Dobutamin	2 – 20	- Inotropik - Periferal vazodilator - Pulmoner vazodilator



İlaç	Doz ($\mu\text{g/kg/dakika}$)	Etkileri
Dopamin	Düşük (0.5 – 4) Orta (5-10) Yüksek (11 – 20)	- Renal vazodilator - Inotropik - Periferal vazokonstriktör
Dobutamin	2 – 20	- Inotropik - Periferal vazodilator - Pulmoner vazodilator



İlaç	Doz ($\mu\text{g/kg/dakika}$)	Etkileri
Dopamin	Düşük (0.5 – 4) Orta (5-10) Yüksek (11 – 20)	- Renal vazodilator - Inotropik - Periferal vazokonstriktör
Dobutamin	2 – 20	- Inotropik - Periferal vazodilator - Pulmoner vazodilator



İlaç	Doz ($\mu\text{g/kg/dakika}$)	Etkileri
Dopamin	Düşük (0.5 – 4) Orta (5-10) Yüksek (11 – 20)	▪ Renal vazodilator ▪ Inotropik ▪ Periferal vazokonstriktör
Dobutamin	2 – 20	▪ Inotropik ▪ Periferal vazodilatör ▪ Pulmoner vazodilatör



Dopamin & Dobutamin

- Dopamin alfa-1 reseptör agonisti olarak etki gösterdiğinden sinir uçlarından norepinefrin salınımı yapar
- Dobutamin ise norepinefrin salınımına yol açmaz ve renal dopaminerjik reseptörleri etkilemez.



■ **Dopamin**

- Konjestif kalp yetmezliğinde sodyum atılımı yapan tek semptomimetik amindir.
- İki yaş altında klirensi yetişkinlerden 2 kat fazladır
- Preterm infantlarda hipotansiyonun kısa süreli tedavisinde dobutaminden daha etkindir

Subhedar NV, et al. Cochrane Database Syst Rev 2000;2: CDOO1242

■ **Dobutamin**

- Net etkisi kalp hızında minimal değişiklik oluşturarak kardiyak kontraktileteyi artırmak (beta-1) ve vazodilatasyon (beta-2)'dur
- Alfa agonist etkisinin zayıf olması nedeniyle septik şokta etkin sonuç alınamaz

Greberik CR et al. Current Pediatr 2003;13:6-11



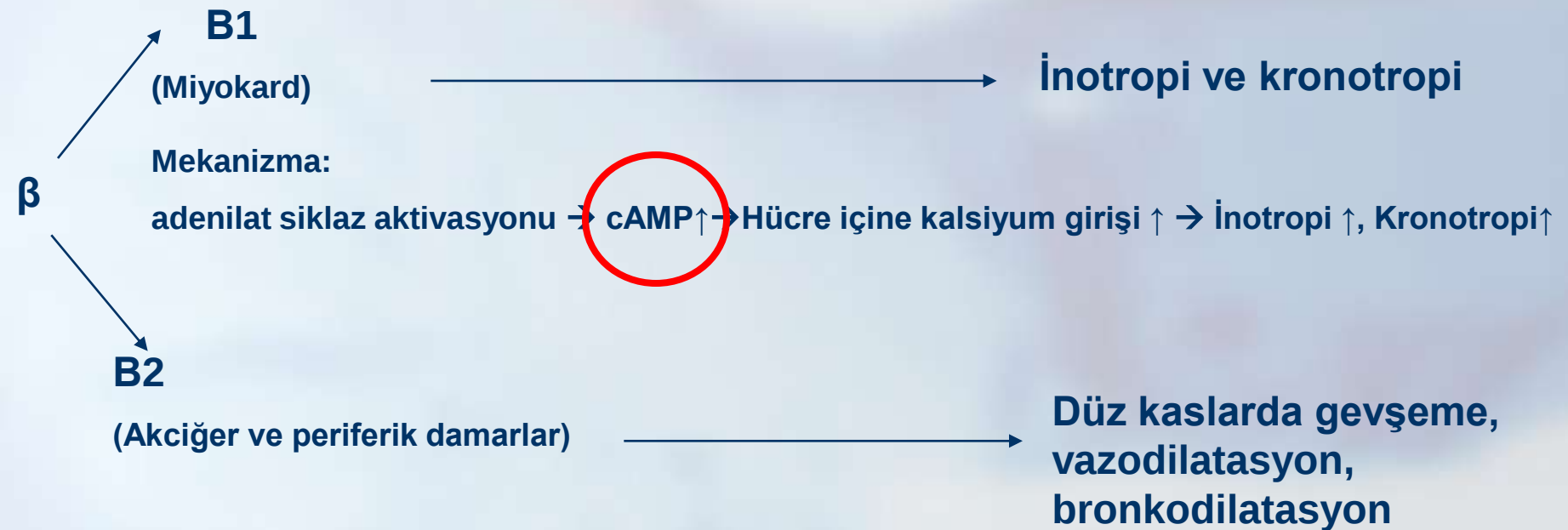
Beta adrenerjik downregülasyon

- Özellikle beta-1 subunitde görülür
- Beta agonistlere rezistans en önemli bulgudur
- Steroid tedavisi ile reseptör duyarlılığı artırılabilir



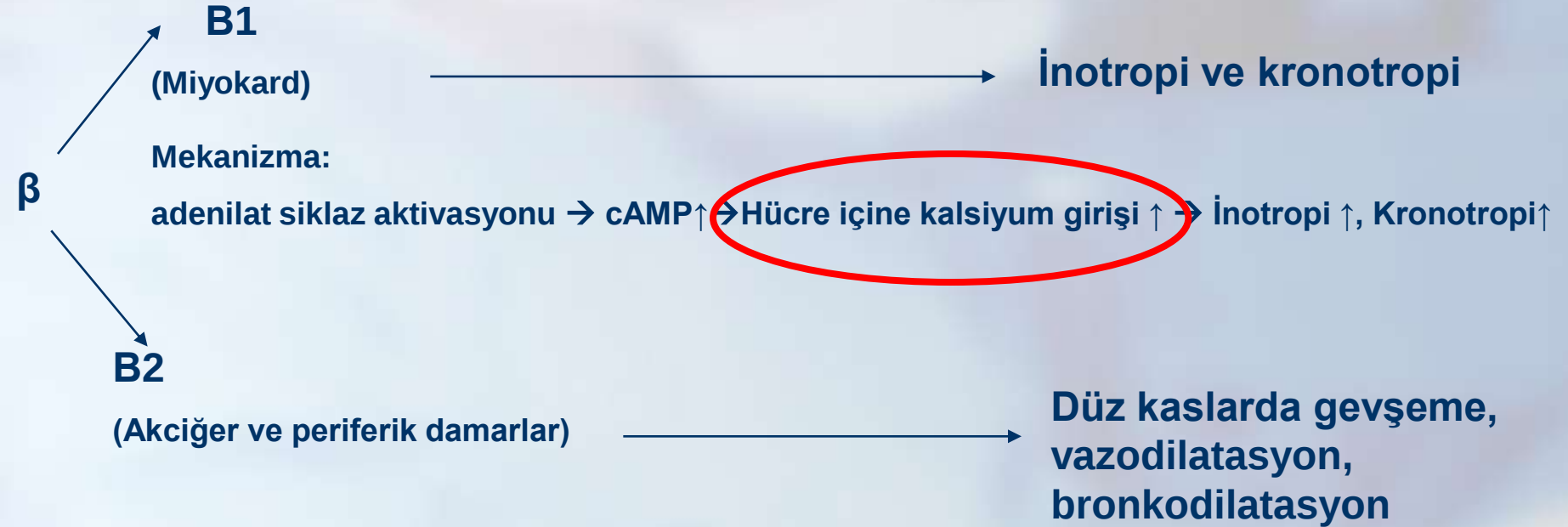
Milrinone

- Fosfodiesteraz inhibitörü
- cAMP'nin yıkımını azaltır





Kalsiyum





Kalsiyum

- Serum iyonize kalsiyumu $\geq 1,2\text{mmol/L}$ olmalıdır

Dyke PC et al. **Pediatr Crit Care Med** 2007; 8:254 –257



Calcium Chloride

- Ca^{+2} ve 2Cl^- şeklinde ayrışır
- Daha konsantredir
 - % 27'lik solusyon (27 mg elemental Ca^{+2} /ml)
- Periferik yolla verilirse kostik etkisi fazladır
- Doz: 10-20mg/kg/doz



Calcium Gluconate

- Yavaş disosiyeye olur
- Glukonat karaciğerde metabolize olur
- Daha az konsantredir
 - %9'luk solusyon
 - Periferik kullanımda daha az kostik etkiye sahiptir
- Doz: 30-100mg/kg/doz



Kalsiyum – hangisini seçelim?

- Bir tanesini iyi öğrenin
- Risk ve faydaları iyi bilin
- Sadece bir tanesini kullanın



Digoksin

Uzun yıllardan beri kullanılan + inotrop bir ilaçtır. NE, Renin ve Aldosteron düzeylerini azaltır. Kalp kasında O₂ tüketimini artırmaz.

DİGOKSİN SERUM DÜZEYİ:

6 ay < 1.5-3 ngr/ml

6 ay > 1-2 ngr/ml



Digoksin

İlaç Etkileşimleri

- Anestezikler,
- Katekolaminler
- Antiaritmikler

Amiodarone Kinidin, Verapamil , Propafenon,
Flecainid

- K^+ kaybettiren diüretikler
- Carvedilol

Pediatr 2003;142:572



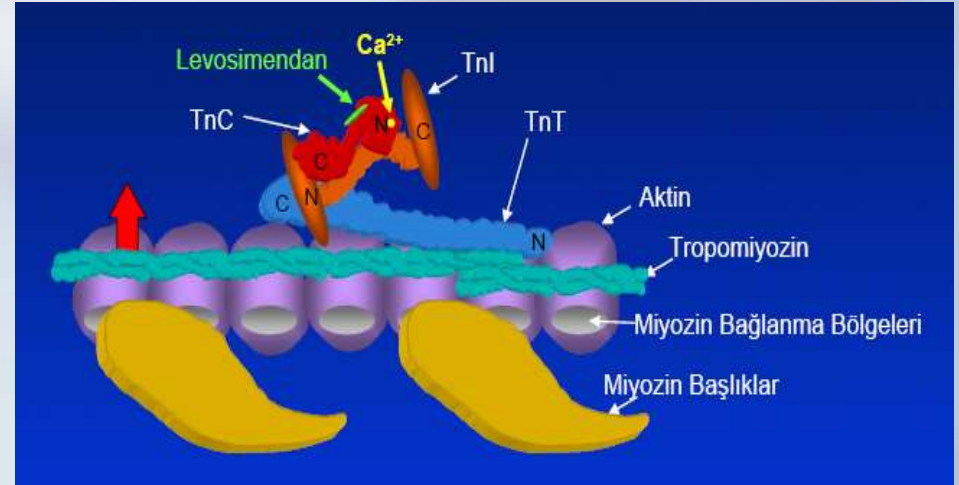
Yeni ne var?

- Levosimendan
- Pimobendan
- Vesnarinon
- Nesiritide



Levosimendan

- TnC'ye bağlanarak miyoflamanların kalsiyum duyarlılığını↑
- PCWP ↓SVR↓
- O₂ tüketimini artırmadan kardiyak debide artış
- Vasküler düz kasta ve miyositlerde ATP-duyarlı K⁺ kanallarını açar





Nesiritide

- **İntrasellüler cyclic guanosine monophosphate'ı artırır.**
- **Dekompanse kalp yetmezliğinde infüzyon ile kullanılan yararlı ve emniyetli bir ilaçtır.**
- **Natriürezis ve Diüresiz yapar**
- **Ön yük ve ard yükü azaltır**
- **Aritmi yaratmaz**
- **Kardiyak debiyi artırır**
- **Kalp hızını artırmaz**
- **O₂ tüketimini artırmaz**
- **Kalp yetersizliğinde NE, serum Renin, ET-1 ve Aldosterone düzeylerini azaltır.**



Kalp hızı ve ritm



Kalp hızı

Yaşa Göre Kalp Hızı

1. Hafta	90–160
1–3 hafta	100–180
1–2 ay	120–180
3–5 ay	105–185
6–11 ay	110–170
1–2 y	90–165
3–4 y	70–140
5–7 y	65–140
8–11 y	60–130
12–15 y	65–130
16 y	50–120

Courtesy of Ra'id Abdullah, MD, University of Chicago, IL. 86 doniger & sharieff



Kalp hızı

- ♦ Supraventriküler Taşikardi
 - ♦ Tek başına
 - ♦ Konjenital kalp hastalıkları ile beraber
- ♦ AV Tam Blok
 - ♦ Konjenital kalp hastalıkları ile beraber
 - ♦ Tek başına (ventriküler hızın çok düşük olması)



Kalp hızı

- Postoperatif erken dönemde:
 - AV Blok
 - Primer atrial taşikardi
 - Junctional ektopik taşikardi
 - Ventriküler taşikardi (nadiren)
- Postoperatif geç dönemde:
 - Sinüs nod disfonksiyonu
 - Primer atrial taşikardi
 - Ventriküler aritmiler



Kalp hızı- Antiaritmikler

- Sınıf 1 (Sodyum kanal blokerleri)
 - Sınıf 1A:
 - Kinidin, prokainamid, disopromid
 - Antikolinerjik etkileri nedeniyle QT mesafesini uzatırlar
 - Sınıf 1B:
 - Lidokain, Fenitoin, Mexiletin
 - Sınıf 1C:
 - Flekainid, Propafenon, etmozin

1A ve 1C hem supraventriküler hem de ventriküler aritmilerde kullanılabilir

1B genellikle ventriküler aritmilerde kullanılır

1A ve 1C ventrikül fonksiyonlarını deprese edebilirler.



Kalp hızı- Antiaritmikler

- Sınıf II (Beta blokerler)

AV nodu kullanan resiprokal taşikardilerde etkilidirler.

Uzun QT sendromunda kullanılabilirler

PR mesafesini kısaltırlar



Kalp hızı- Antiaritmikler

- Sınıf III (Potasyum Kanal blokerleri)
 - Amiodaron
 - Sotalol

Amiodaron potasyum kanallarının
yanısıra sodyum ve kalsiyum
kanallarını da etkiler ve beta blokaj
yapar

QT mesafesini uzatırlar



Kalp hızı- Antiaritmikler

- Sınıf IV (Kalsiyum Kanal blokerleri)

PR mesafesini uzatırlar



Kalp hızı- Antiaritmikler

■ Diğer

Adenozin

- Bronkospazm yapabilir
- Sinüs nod disfonksiyonunda dikkatli kullanılmalıdır
- Dipiridamol kullananlarda doz %75 azaltılmalıdır



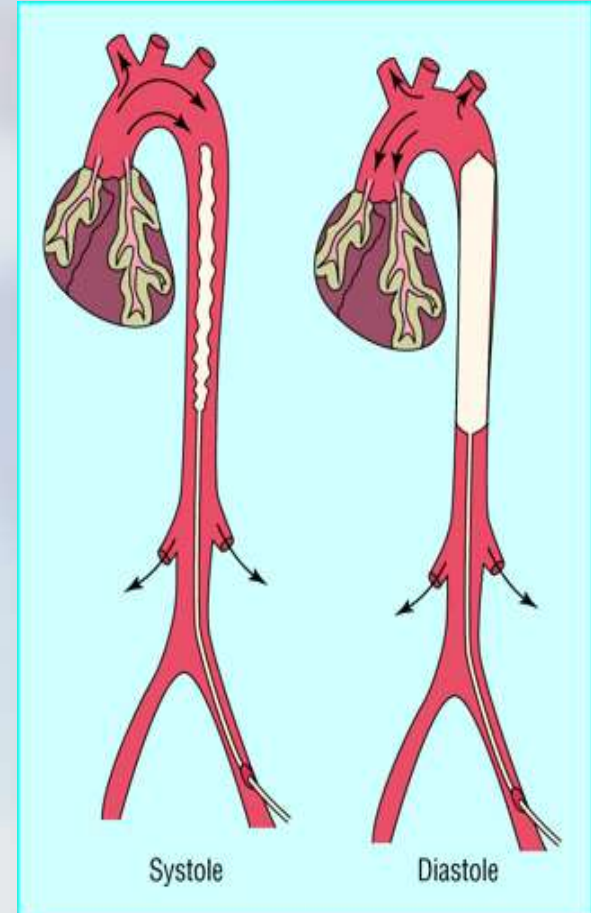
Non-Farmakolojik Yöntemler

- Artificial pacemaker implantasyonu,
 - Postoperatif AV blok ve Kearn Sayer sendromu bloğa bağlı semptom gelişmesini beklemeden profilaktik pacemaker takılması gereken iki durumdur.
- Elektriksel defibrilasyon,
 - Transtorasik
 - Transözefajial
- Cerrahi yöntemler.



Dolaşımin Mekanik Desteği

- ECMO (ekstrakorporeal membran oksijenasyonu)
- IABP (intraaortik balon pompası)
 - diastolde desendan aortada şişerek koroner perfüzyonu artırır
- VAD (ventrikül destek cihazları)





Ventriküler destek cihazları

Table 1 Comparison of extracorporeal membrane oxygenation and centrifugal and pneumatic pulsatile ventricular assist devices in children of any age.

Device selection criteria	Type of assist device		
	ECMO	Centrifugal pump	Pulsatile VAD ^a
Membrane oxygenator	Yes	No	No
Peripheral cannulation in the ICU	Yes	No	No
Thoracotomy necessary	No/optional	Yes	Yes
Support time	1–2 weeks	1–3 weeks	Several months
Area of support	Heart and lung	Right or left ventricle	Right, left or both ventricles
Need for additional LA decompression	Occasional	No	No
Anticoagulation	Extensive	Less than with ECMO	Less than with all other devices
Complications	Moderate	Few	Few
Transport under ongoing support to a transplant center	Yes	Yes	Yes
Mobility of the child	No	No	Yes
Discharge from ICU under ongoing support	No	No	Yes

^aBerlin Heart Excor[®] (Berlin Heart AG, Berlin, Germany) and Medos HIA (Medos Medizintechnik AG, Stolberg, Germany). Abbreviations: ECMO, extracorporeal membrane oxygenation; ICU, intensive-care unit; LA, left atrial; VAD, ventricular assist device.

Ventriküler destek cihazları

