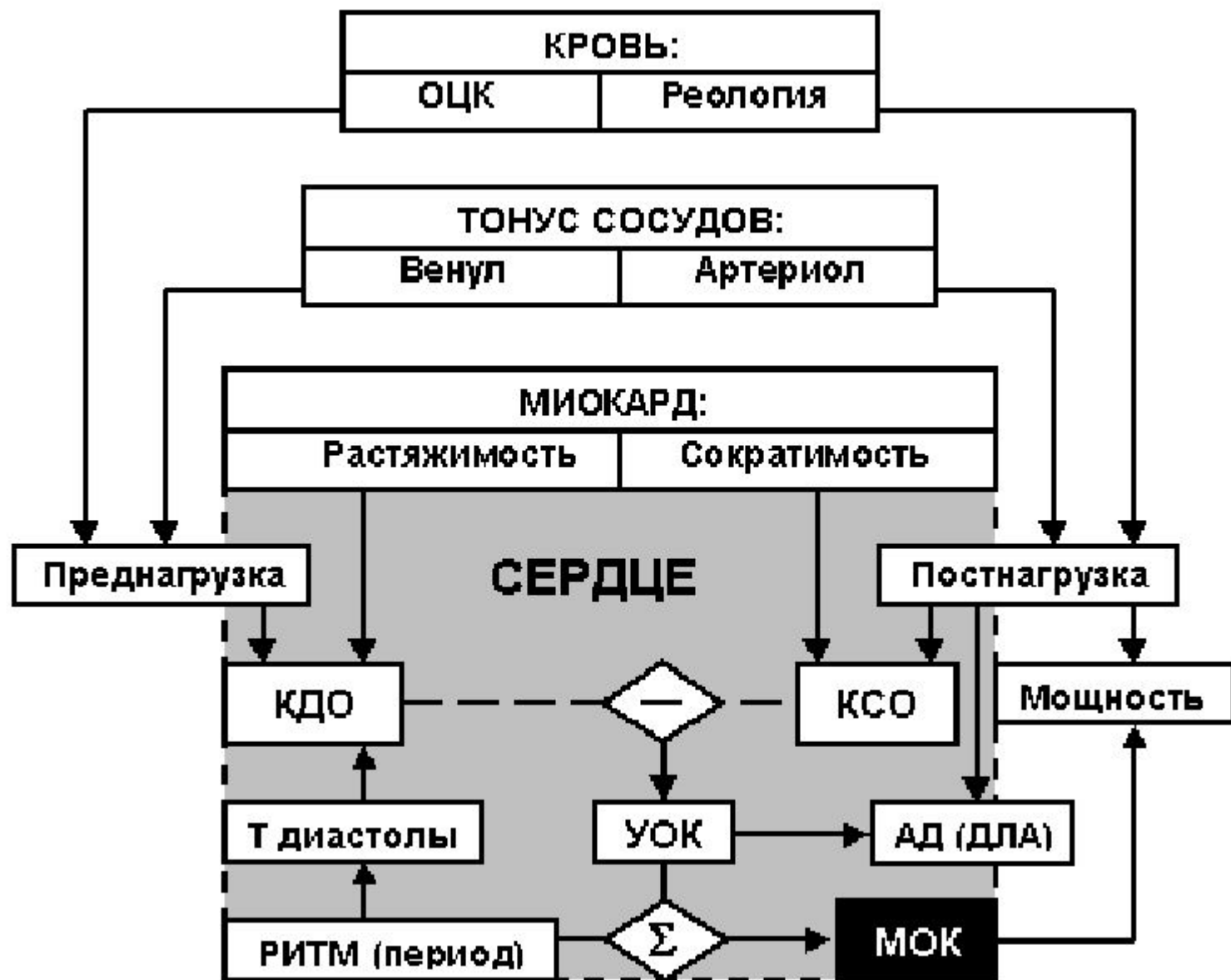


Сердечная недостаточность у детей





Сердечный выброс

В основе гемодинамического статуса организма лежит генерация сердцем потока крови – **минутного объема кровообращения (МОК)**
В клинической практике его называют – **сердечным выбросом (СВ)**

$$\text{МОК} = \text{СВ} = \text{УО (мл)} \times \text{ЧСС (уд в мин)}$$

СИ (индекс Гроллямана (Grollman) = $\text{СВ} / \text{Площадь поверхности тела}$
 $\text{СИ} = 2,5 - 4,0 \text{ л/мин/м}^2$

Доставка кислорода (delivery)

$$\text{DO}_2 = \text{СВ} \times \text{Гемоглобин} \times \text{Концентрация O}_2 \text{ в крови}$$

$$\text{DO}_2 = \text{СИ} \times \text{Hb} \times \text{SaO}_2$$

Возраст	ЧСС (Уд в мин)	СВ (л/мин)
1 - 30 дней	130-160	0.8-1.0
30 дней - 12 мес	120-160	1.0-1.3
1 - 4 лет	90-140	1.3-2.7
4 - 5 лет	80-110	2.3-3.0
5 - 12 лет	75-100	3.0-4.0



European Journal of Echocardiography (2011) 12, 715–736
doi:10.1093/ejehocard/jer181

EXPERT CONSENSUS STATEMENT

Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: Practice Guidelines and Recommendations for Training

**Writing group of the American Society of Echocardiography (ASE)
in collaboration with the European Association of Echocardiography
(EAE) and the Association for European Pediatric Cardiologists
(AEPC)**

Normal values for the LV cardiac index range
from 1.7 to 3.5 L/min/m².

Основные факторы, определяющие гемодинамический статус

- Системный поток крови

Доставка кислорода

$$DO_2I = CI \times Hb \times SaO_2$$

- Постнагрузка

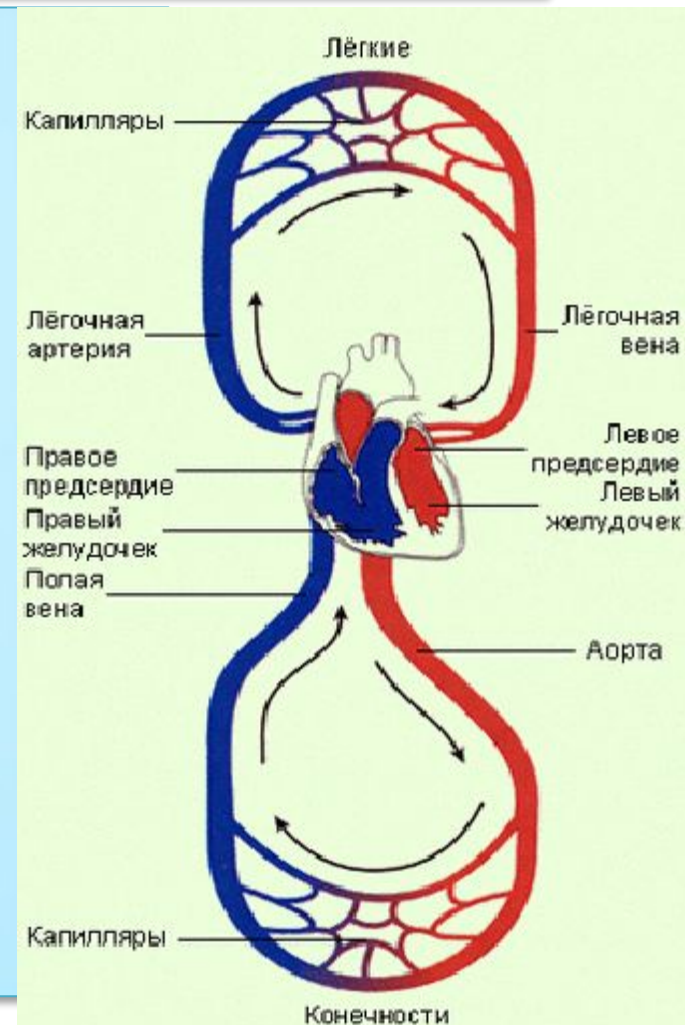
ЛЖ: АД, ОПСС

ПЖ: ДЛА, ЛСС

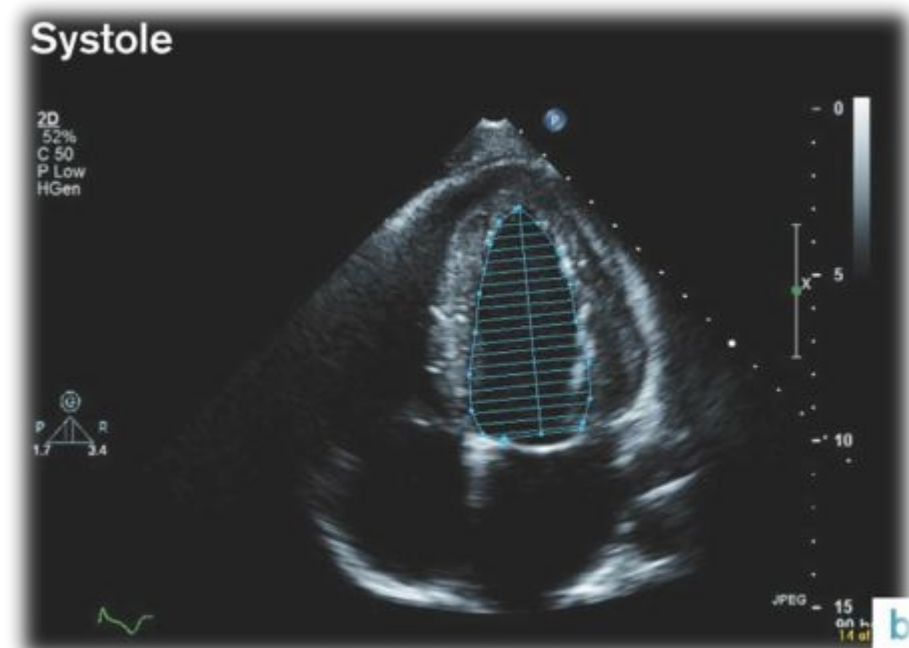
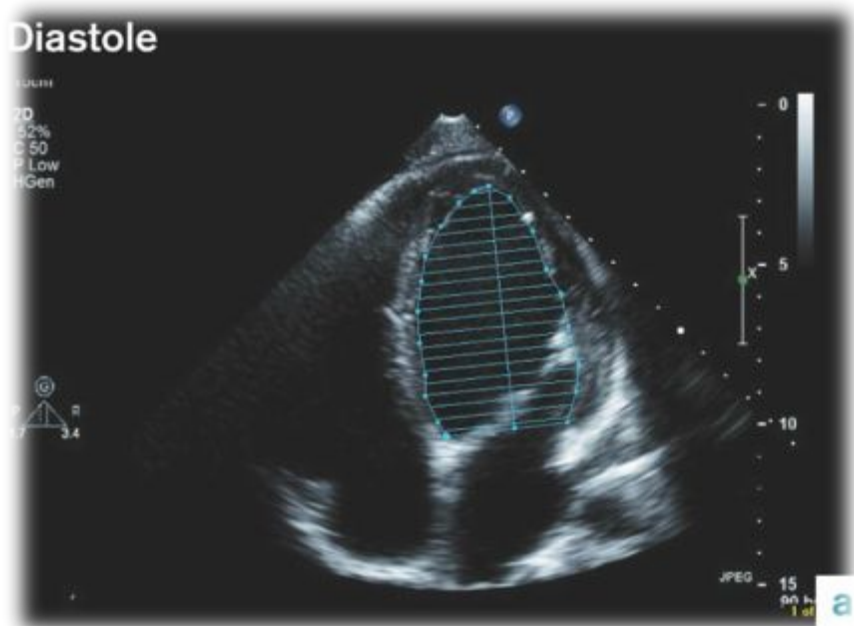
- Преднагрузка

ЛЖ: ДЛП

ПЖ: ЦВД



Ударный объем и фракция выброса



УО (мл) = КДО -
КСО

ФВ (%) = (УО/КДО)×100 = (КДО-КСО/КДО)
×100

По мнению Braunwald E., Grossman Kevin W. (1992)

- **СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ – ЭТО:**
патологическое состояние, при котором нарушение функции сердца приводит к неспособности его перекачивать кровь со скоростью, необходимой для удовлетворения метаболических потребностей организма



Cohn J.N. (1995) считает, что

СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ – ЭТО:

клинический синдром, в основе которого
лежит нарушение сократительной функции
сердца и который характеризуется
сниженной толерантностью к физической
нагрузке

По мнению Gheorghiuade M. (1991) **СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ** **– ЭТО:**

- неспособность сердца поддерживать минутный объем, необходимый для обеспечения потребностей организма в кислороде и питательных веществах, несмотря на нормальный объем циркулирующей крови и уровень гемоглобина.





Clyde W. Yancy, et.al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation. 2013;128:e240-e327

- «Сердечная недостаточность представляет собой сложный клинический синдром, который является следствием любого структурного или функционального нарушения наполнения желудочков или выброса крови»

Что такое острая сердечная недостаточность?

- Синдром острой сердечной недостаточности является острое функциональное разъединение между компенсаторными механизмами и депрессией функции миокарда, приводящей к гомеостатическому дисбалансу и явным симптомам.

Определение сердечной недостаточности у детей

- Для большинства взрослых HF приводит к уменьшению сократимости миокарда, вызванная ишемической

- *Напряжения*
объема
HF.

**синдромы чрезмерной
преднагрузки, чрезмерной
нагрузки, аномального ритма
или снижения сократимости,**

*способности
трической*

- Вмес
клас
чрез
аномального ритма или снижения сократимости, что
может привести к окончательному развитию HF.

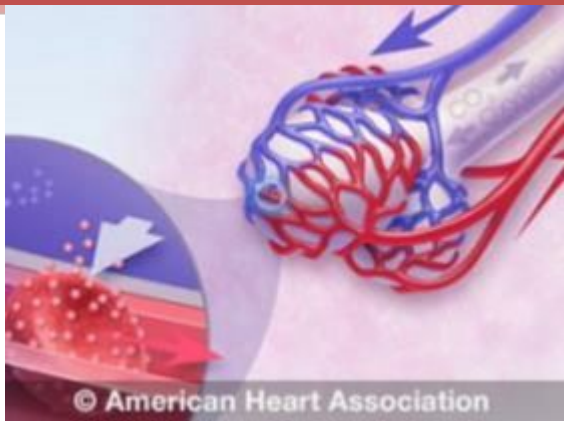
Определение и классификация сердечной недостаточности у детей

Рабочее определение сердечной недостаточности

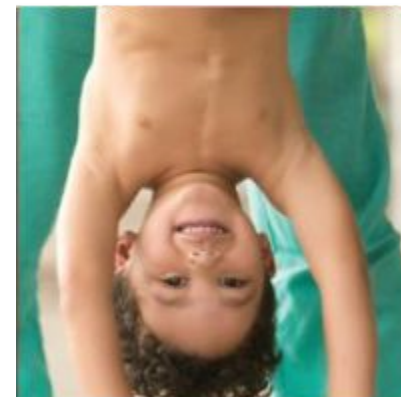
у де
кли
син
не с
при
оте
рос
а та
МОЛ

респираторный дистресс,
снижением роста и
непереносимость физической
нагрузки, а также сосудистые,
нейрогормональные и
молекулярные нарушения.

ыми и
я
зки,



What Is Heart Failure?



- Существуют две основные причины сердечной недостаточности у детей и подростков.
- **Первая** - «избыток рециркуляции», когда кровь смешивается внутри сердца из-за врожденного порока сердца.
- **Вторая** - «отказ насоса», когда сердечная мышца повреждается и больше не сжимается.

Признаки и стадии сердечной недостаточности у детей (по Н.А.Белоконов,1987)

Стадия	Левожелудочковая недостаточность	Правожелудочковая недостаточность
I	Сердечная недостаточность отсутствует в покое, после нагрузки – одышка и тахикардия	
IIA	ЧСС увеличено на 15-30% в мин. ЧД - на 30-50%	Печень увеличена на 2-3 см по сравнению с возр. нормой
IIВ	ЧСС увеличено на 30-50%, ЧД – на 50-70%, акроцианоз, навязчивый кашель, мелкопузырчатые хрипы	Печень увеличена на 3-5 см, возможна пастозность, набухание шейных вен
III	ЧСС увеличено на 50-60% в мин. Клиническая картина предотека легких	Гепатоспленомегалия, отечный синдром, гидроперикард, асцит

Классификация ОСН

А.В. Папаян и Э.К. Цыбульский (1984)

I степень ОСН характеризуется тахикардией и одышкой, отчетливо проявляющейся у ребенка в покое.

У детей до 1 года отношение частоты пульса к частоте дыхания будет выше 3,5; у детей старше 1 года - 4,5.

IIА степень ОСН, если преобладают явления застоя в большом круге, у больного увеличиваются размеры печени, могут быть периорбитальные отеки.

IIБ степень ОСН к перечисленным признакам присоединяются олигурия, периферические отеки, возможен отек легких.

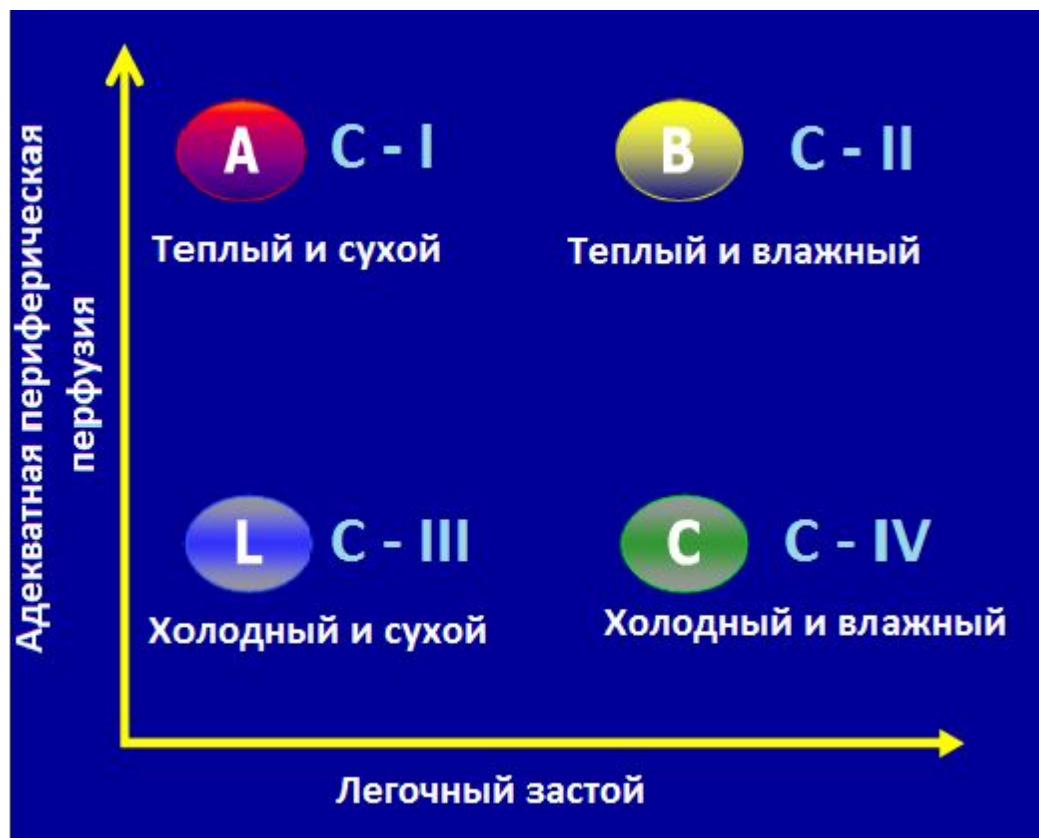
III степень ОСН - гипосистолическая форма сердечной недостаточности с развитием артериальной гипотензии на фоне клиники перегрузки малого круга кровообращения

Modified **Ross** Heart Failure Classification for Children

Class I	Бессимптомный
Class II	Мягкое тахипноэ или потоотделение при кормлении грудных детей
	Одышка при нагрузке у детей старшего возраст
Class III	Заметное тахипноэ или потоотделение при кормлении грудных детей
	Отмечается одышка при нагрузке
	Длительное время кормления при нарастающей недостаточности
Class IV	Симптомы, такие как тахипноэ, ретракция, хрюканье или потоотделение в покое

Ross RD, Bollinger RO, Pinsky WW. Grading the severity of congestive heart failure in infants. Pediatr Cardiol. 1992; 13: 72–75.

Классификация "клинической тяжести" предложена у детей с декомпенсированных с острой декомпенсацией ХСН.



Presentation, Diagnosis, and Medical Management of Heart Failure in Children: Canadian Cardiovascular Society Guidelines

Canadian Journal of Cardiology
Volume 29 2013

Наумов А.В.

Клиническая классификация острой сердечной недостаточности



Классификация острой сердечной недостаточности (2008)

Клиническое состояние	САД, мм рт.ст.	СИ, л/мин/м ²	ДЛП, мм рт.ст.	Forrester
I. Острая декомпенсация ХСН	Норма/ повышено	Норма/ повышен	Слегка повышено	II
II. ОСН с АГ (гипертонический криз)	Высокое	+/-	>18	II -III
III. ОСН с отеком легких	Норма	Низкий	Повышено	II
IVa. Низкий СВ или кардиогенный шок*	Норма	<2,2	>16	I-III
IVb. Тяжелый кардиогенный шок	Низкое	<1,8	>18	IV
V. ОСН с высоким СВ	+/-	+	+/-	I-II
VI. Правожелудочковая ОСН	Низкое	Низкий	Низкий	I - II

Оценка тяжести сердечной недостаточности

[Connolly D](#)¹, The New York University Pediatric Heart Failure Index: a new method of quantifying chronic heart failure severity in children. [J Pediatr.](#) 2001 May;138(5):644-8.

Score	Signs and symptoms
+2	Abnormal ventricular function by echocardiogram or gallop
+2	Dependent edema or pleural effusion or ascites
+2	Failure to thrive or cachexia
+1	Marked cardiomegaly by x-ray or by physical examination
+1	Reported physical activity intolerance or prolonged feeding time
+2	Poor perfusion by physical examination
+1	Pulmonary edema by x-ray or by auscultation
+2	Resting sinus tachycardia
+2	RetractionsHepatomegaly
+1	< 4 cm below costal margin+2> 4 cm below costal marginObserved tachypnea or dyspnea
+1	Mild to moderate
+2	Moderate to severe

[Connolly D](#)¹, The New York University Pediatric Heart Failure Index: a new method of quantifying chronic heart failure severity in children. [J Pediatr.](#) 2001 May;138(5):644-8.

	Medications
+1	Digoxin Diuretics
+1	Low to moderate dose
+2	High dose or more than 1 diuretic +1 ACE inhibitors or non-ACE inhibitor vasodilators or angiotensin receptor blockers
+1	β -Blockers
+2	Anticoagulants not related to prosthetic valve
+2	Anti-arrhythmic agents or ICD
	Physiology
+2	Physiology

Оценки варьируют от 0 (без сердечной недостаточности) до 30 (тяжелая сердечная недостаточность)

Сердечно-сосудистые причины сердечной недостаточности у детей с иллюстративными примерами

Daphne T. Hsu. Pearson Heart Failure in Children
Circulation: Heart Failure. 2009;2:63-70

Congenital cardiac malformations	
Volume overload	
Left-to-right shunting	
Ventricular septal defect	
Patent ductus arteriosus	
Atrioventricular or semilunar valve insufficiency	
Aortic regurgitation in bicommissural aortic valve	
Pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot	
Pressure overload	
Left sided obstruction	
Severe aortic stenosis	
Aortic coarctation	
Right-sided obstruction	
Severe pulmonary stenosis	
Complex congenital heart disease	
Single ventricle	
Hypoplastic left heart syndrome	
Unbalanced atrioventricular septal defect	
Systemic right ventricle	
l-transposition (“corrected transposition”) of the great arteries	
Structurally normal heart	
Primary cardiomyopathy	
Dilated	
Hypertrophic	
Restrictive	

Сердечно-сосудистые причины сердечной недостаточности у детей с иллюстративными примерами

Secondary
Arrhythmogenic
Ischemic
Toxic
Infiltrative
Infectious

Daphne T. Hsu, Gail D. Pearson Heart Failure in Children
Part I: History, Etiology, and Pathophysiology Circulation: Heart Failure.
2009;2:63-70

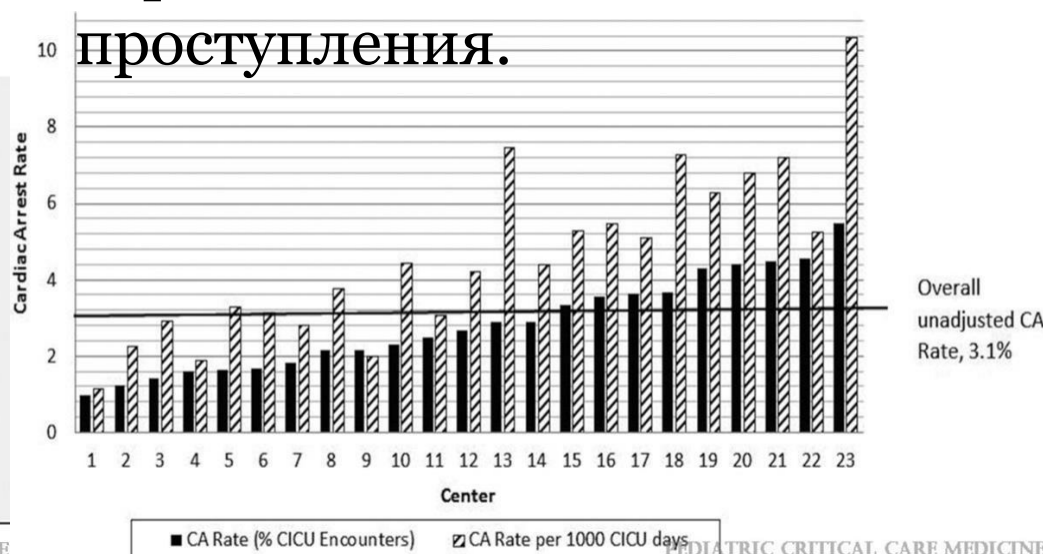
Alten, Jeffrey A et.al. **Epidemiology and Outcomes of Cardiac Arrest in**

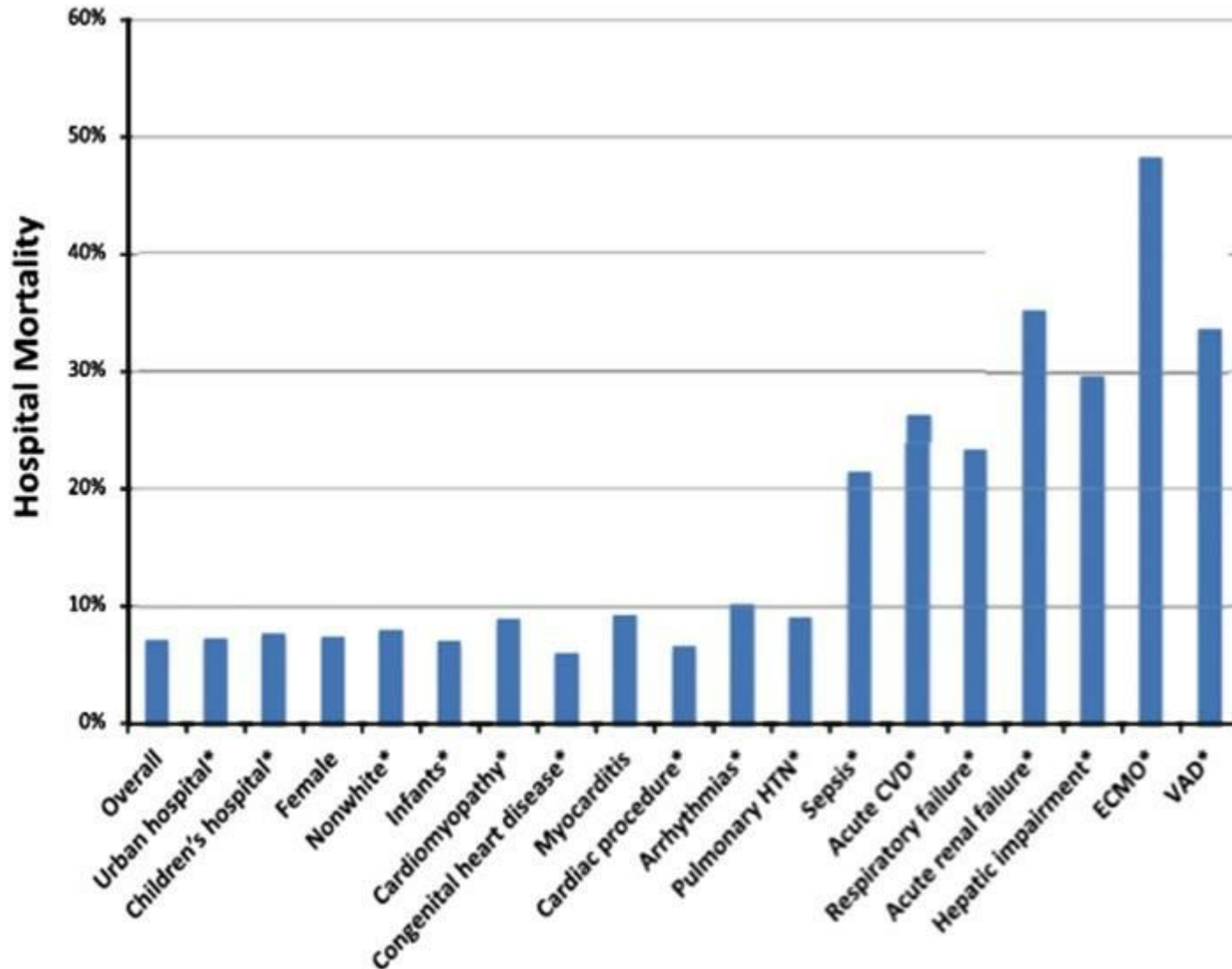
Pediatric Cardiac ICU *935-943

Pediatric Critical Care Medicine: October 2017 -

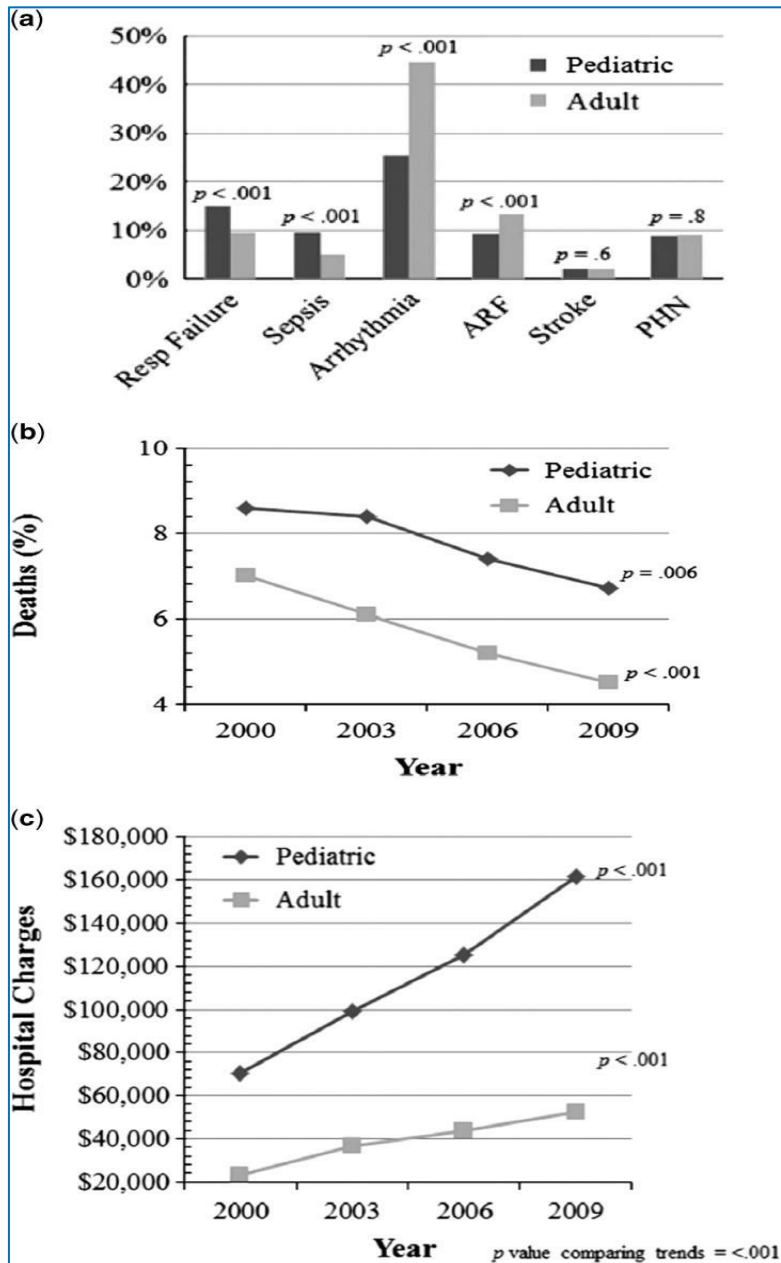
Независимыми факторами риска остановки сердца были острая сердечная недостаточность, недоношенность, лактатацидоз более 3 ммоль / дл и инвазивная вентиляция через 1 час после проступления.

Cohort	CICU Encounters, n	CA, n (%)	CA/1,000 CICU d
All	15,908	492 (3.1)	4.79
Age			
Neonate, 0–30 d	2,808	186 (6.6)	5.12
Infant, 31–365 d	5,007	166 (3.3)	4.83
Child, 1–18 yr	6,896	118 (1.7)	4.25
Adult, > 18 yr	1,197	22 (1.8)	5.25
Medical			
Surgical	9,410	309 (3.3)	4.18
Preoperative	2,214	45 (2.0)	3.32
Postoperative	9,410	272 (2.9)	3.72
Society of Thoracic Surgeons-European Association for Cardio-Thoracic Surgery Congenital Heart Surgery Mortality category			
1	2,692	23 (0.85)	2.36
2	3,046	56 (1.8)	3.31
3	1,162	25 (2.2)	3.00
4	1,983	143 (7.2)	5.06
5	361	58 (16.1)	7.00
None	166	4 (2.4)	2.48

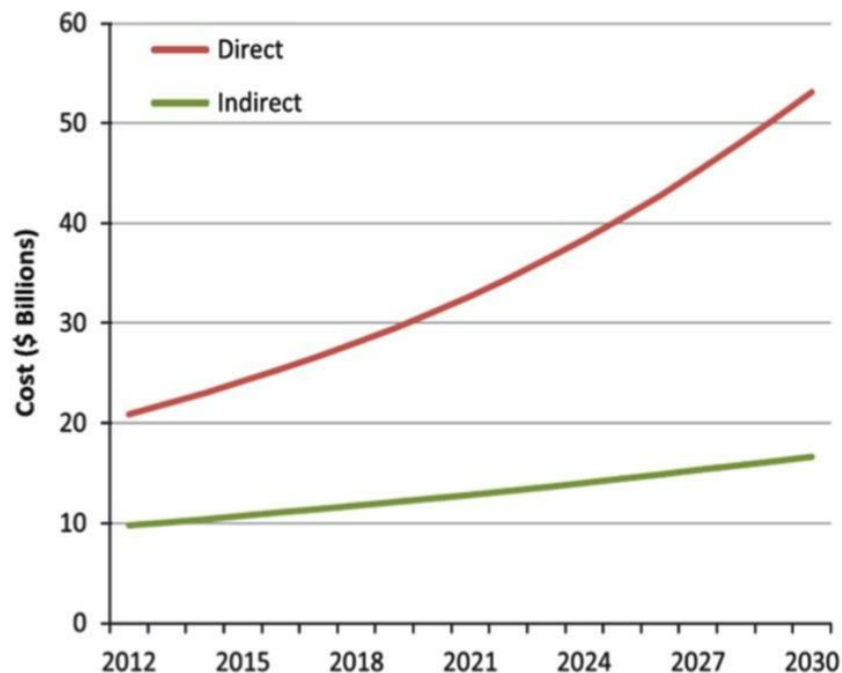




Rossano JW, Kim JJ, Decker JA, et al. Prevalence, morbidity, and mortality of heart failure-related hospitalizations in children in the United States: a population-based study. *J Card Fail* 2012; 18: 459-470.



Эпидемиология и стоимость лечения сердечной недостаточности



[Deipanjan Nandi](#)¹ Epidemiology and cost of heart failure in children [Cardiol Young](#). 2015 Dec; 25(8): 1460–1468.

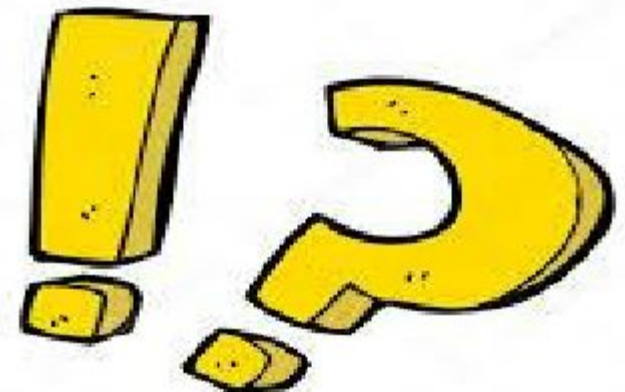
[Svendsen A.](#) Heart failure: an overview of consensus guidelines and nursing implications. [Can J Cardiovasc Nurs.](#) 2003;13(2):30-4

Следует упомянуть, что нет
никакого стандартного
подхода к диагнозу
«сердечная недостаточность»
у детей



[Butnariu Angela et.al. Etiological Peculiarities in Pediatric Heart Failure *Maedica \(Buchar\)*. 2015 Sep; 10\(4\): 371-375.](#)

- У детей отмечается хроническая сердечная недостаточность
- острая сердечная недостаточность.



[Butnariu Angela](#) et.al. **Etiological Peculiarities in Pediatric Heart Failure** [Maedica \(Buchar\)](#). 2015 Sep; 10(4): 371-375.

- **Хроническая СН** при **бивентрикулярной циркуляции** (дисфункцию миоцитов , врожденные аномалии сердца с перегрузкой объема или давления)
- **Хронический СН** при **системном правом желудочке**. (правый желудочек может стать системным желудочком, когда он связан с аортой – транспозиция магистральных сосудов).
- **Хроническая СН** с **невентрикулярным кровообращением** (присутствие одного функционального желудочка). Единственный функциональный желудочек должен поддерживать как системную, так и легочную циркуляцию.
- **Острая сердечная недостаточность**

[Butnariu Angela](#) et.al. **Etiological Peculiarities in Pediatric Heart Failure** [Maedica \(Buchar\)](#). 2015 Sep; 10(4): 371-375.

- **С** В заключение, педиатрическая HF обладает многими характеристиками, которая отличает ее от взрослых HF и, в первую очередь, имеет особые
- **э** **э**тиологические обстоятельства, связанные с наличием врожденных пороков развития сердца
- **Э**тиологические особенности также зависят от разных периодов детства.

Этиология сердечной недостаточности у новорожденных, в зависимости от начального возраста

Age of onset of heart failure	Etiological circumstances
Fetus	<p>Tricuspid regurgitation secondary to Ebstein disease</p> <p>Severe mitral insufficiency in the atrioventricular duct</p> <p>Severe anemia</p> <p>Paroxysmal supraventricular tachycardia</p> <p>Atrioventricular block</p>
First day of life	<p>Myocardial dysfunction secondary to asphyxia, hypoglycemia, sepsis.</p> <p>Tricuspid insufficiency determined by papillary muscle dysfunction secondary to hypoxia or Ebstein disease</p> <p>Arterial duct-dependent congenital cardiac malformations (see below)</p>
First week of life	<p>Arterial duct-dependent congenital malformations</p> <p>Persistent arterial duct in the premature newborn</p> <p>Adrenal insufficiency through genetic enzymatic deficiencies</p>
After the 2 nd week of life	<p>Congenital cardiac malformations that become symptomatic because of reduced pressure in the pulmonary artery: persistent arterial duct, ventricular septal defect – at 6-8 weeks.</p>

Чем вызывается острая сердечная

- ## недостаточность у детей?
- ✓ повреждение миокарда;
 - ✓ перегрузка объёмом и/или давлением;
 - ✓ нарушения сердечного ритма.

До 3 лет

Врожденный порок сердца, острые инфекционные заболевания, проявляющиеся токсическим или вирусным поражением миокарда, электролитными расстройствами.

У детей старшего возраста.

ОСН наблюдается обычно на фоне инфекционно-аллергического кардита, приобретенных пороков сердца, отравлений. Классическая картина ОСН формируется при пневмонии.

дальше...

Menteer JD, Hogarty A, Chrisant MRK - Heart Failure Chapter in Requisites in Pediatrics: Cardiology. Vetter VL, ed. Elsevier Science. (in Press)

- Сердечные расстройства с не поврежденным миокардом (не поврежденной сердечной мышечной тканью)
- Сердечные расстройства с поврежденным миокардом (ущербной сердечной мышечной тканью).
- Перикардиты (кардиальная тампонада – гиподиастолическая кардиальная недостаточность, сердечная недостаточность с диастолической дисфункцией)
- Сложные случаи.

Erin Madriago, Michael Silberbach. **Heart Failure in Infants and Children.**
Pediatrics in Review Vol.31 No.1 January 2010 p. 4-11

Сердечная недостаточность со структурно поврежденным и нормальным сердцем

Первичные причины сердечной недостаточности

- Кардиомиопатия
- Миокардит
- Инфаркт миокарда
- Приобретенные клапанные нарушения
- Повышенное кровяное давление
- Синдром Кавасаки
- Аритмия (брадикардия или тахикардия)

Некардиологические причины сердечной недостаточности

- Анемии
- Сепсис
- Гипогликемия
- Диабетический кетоацидоз
- Гипотиреоз
- Другие эндокринопатии
- Артериовенозная фистула
- Почечная недостаточность
- Мышечные дистрофии



[N. Jayaprasad](#). Heart Failure in Children [Heart Views](#). 2016 Jul-Sep; 17(3): 92–99.

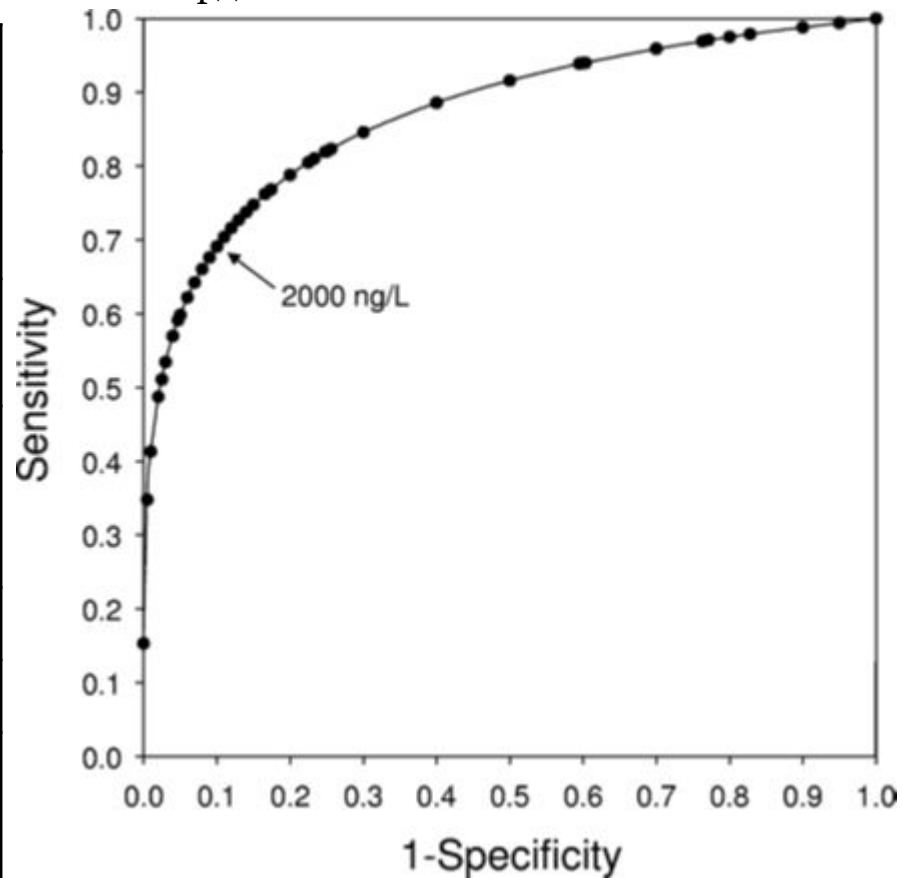
Диагностика сердечной недостаточности у детей

- История и клинические проявления сердечной недостаточности.
- Рентгенография грудной клетки.
- Электрокардиография
- Эхокардиография
- Биомаркеры сердечной недостаточности:
 - Натрийуретические пептиды (мозговые натрийуретический пептид [BNP] или аминоконцевые [NT] -proBNP)
 - Антисрептолизин O и С-реактивный белок

[Hammerer-Lercher A et.al. Utility of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide to differentiate cardiac diseases from noncardiac diseases in young pediatric patients. See comment in PubMed Commons below](#) Clin Chem. 2006 Jul;52(7):1415-9. Epub 2006 May 11.

Концентрации NT-proBNP у младенцев с сердечными или некардиальными заболеваниями.

Disease	No. of infants	NT-proBNP, ¹ ng/L
Cardiac diseases	23	3681 (1045–13 557)
Noncardiac diseases	119	241 (116–542) ²
Noncardiac disease subgroups		
Kidney	7	317 (215–379) ³
Lung	15	174 (102–1262) ²
Central nervous system	9	247 (72–640) ⁴
Other	88	226 (116–439) ²



Специфичность и чувствительность NT-proBNP

[Lee JH¹](#), [Baek JS](#), [Yu JJ](#), [Kim YH](#), [Ko JK](#), [Park YS](#). OS 24-06 HIGH B-TYPE NATRIURETIC PEPTIDE IS ASSOCIATED WITH LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY AND HEART FAILURE IN CHILDREN WITH HYPERTENSION ON PERITONEAL DIALYSIS. [J Hypertens](#). 2016 Sep;34 Suppl 1 - ISH 2016 Abstract Book:e244.

ВЫВОДЫ:

- Для оценки риска гипертрофии и сердечной недостаточности левого желудочка рекомендуется регулярное измерение уровня **B-type natriuretic peptide** (BNP) в сыворотке крови у детей на перитонеальном диализе.

Патогенетические формы острой сердечной недостаточности у детей

- **Энергетически-динамическая форма** возникает в результате **первичных нарушений обменных** и энергетических процессов в миокарде.
- **Гемодинамическая форма.** Острая сердечная недостаточность у детей обусловлена **перегрузкой и вторичными обменными расстройствами** на фоне гипертрофии (недостаточность миокарда перенапряжения, или гипертоническая форма, по А.Л. Мясникову).

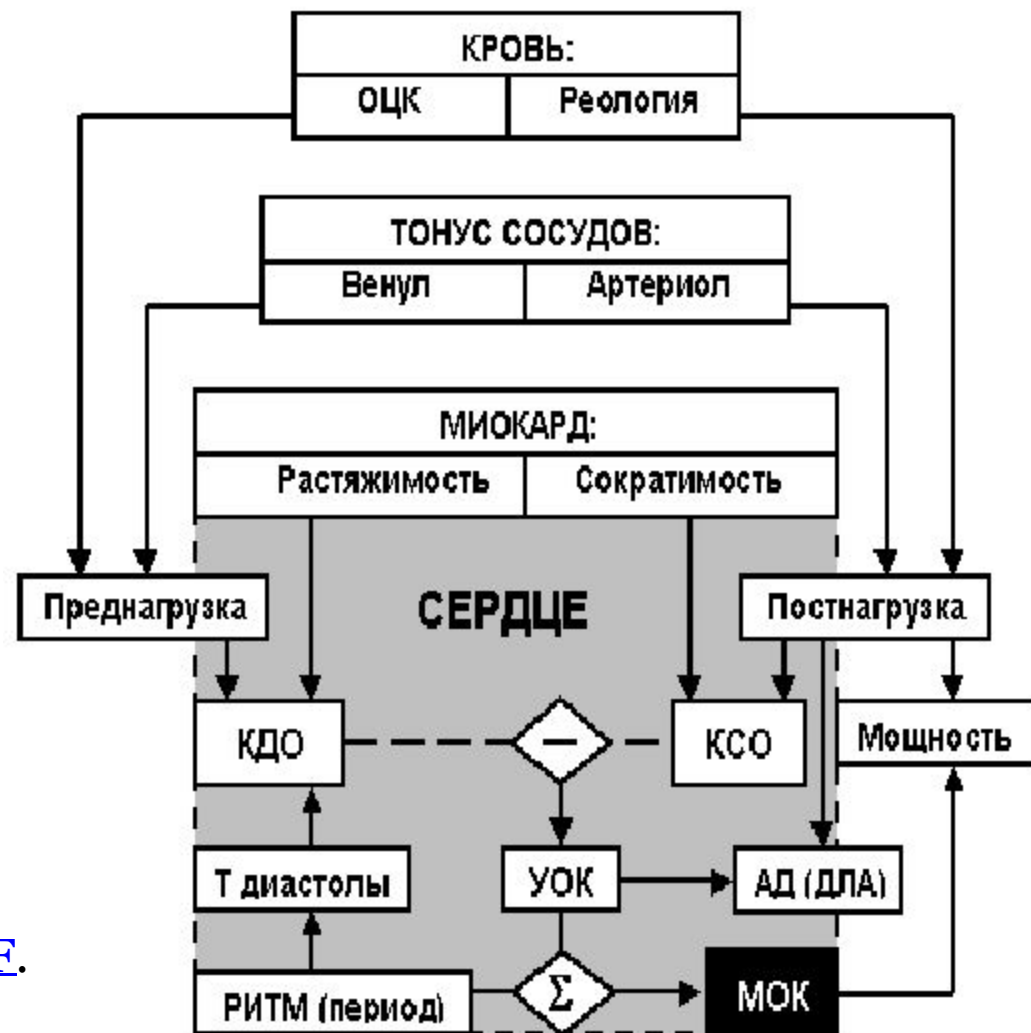
Патофизиологические механизмы острой сердечной недостаточности



Duraisamy Balaguru, Michael Artman, Marcelo Auslender. Management of Heart Failure in Children . Curr Probl Pediatr 2000;30:5-30.

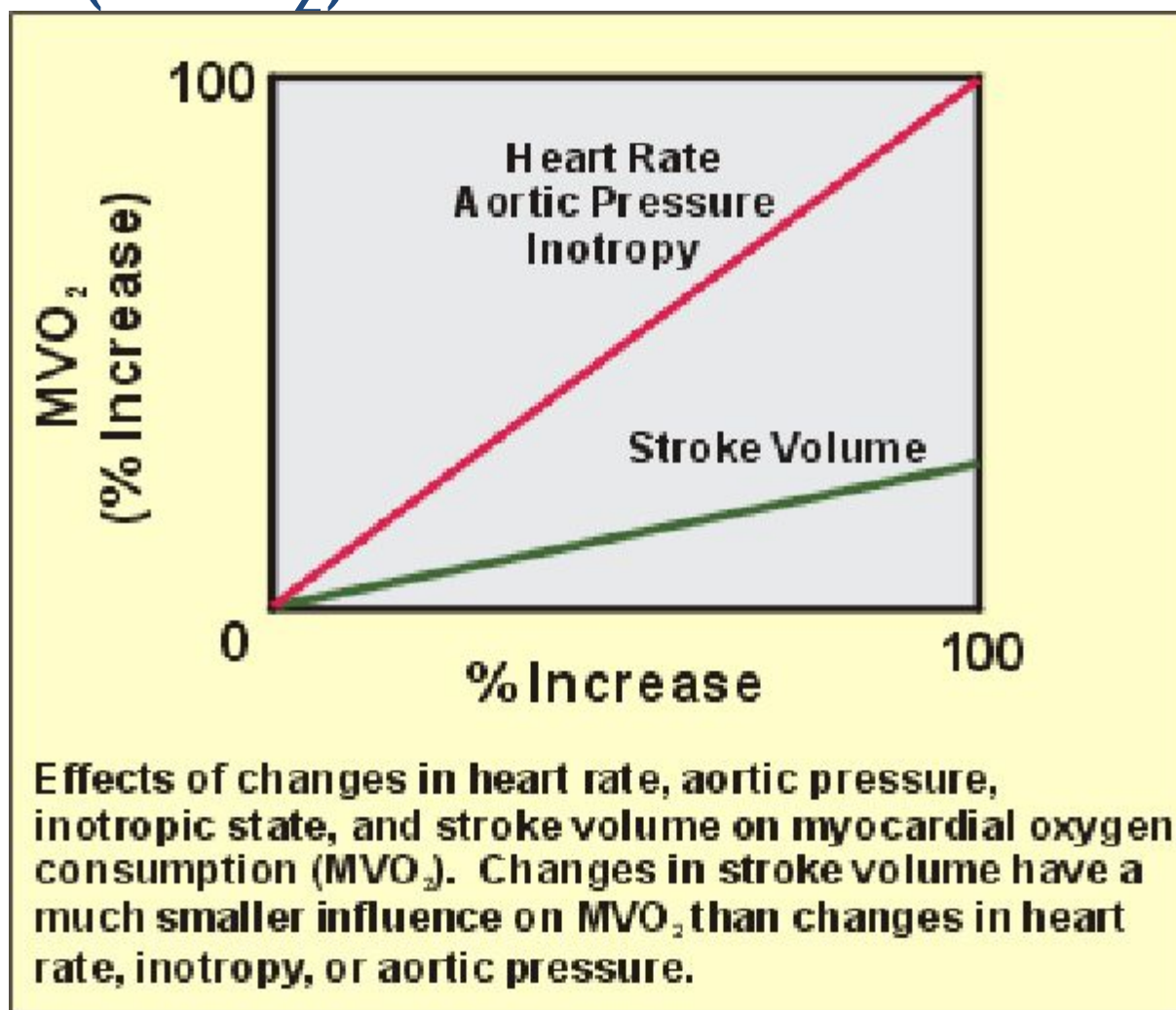
Потребление кислорода миокардом (MVO₂).

- Постнагрузка
- Напряжение стенки сердца
- Внешняя работа (работа по изгнанию)
- Частота сердечных сокращений



[Mjos OD, Bugge-Asperheim B, Kiil F. Cardiovasc Res. 1972 Jan;6\(1\):23-7.](#)

Потребление кислорода миокардом (MVO_2).



Клеточные и органнные нарушения

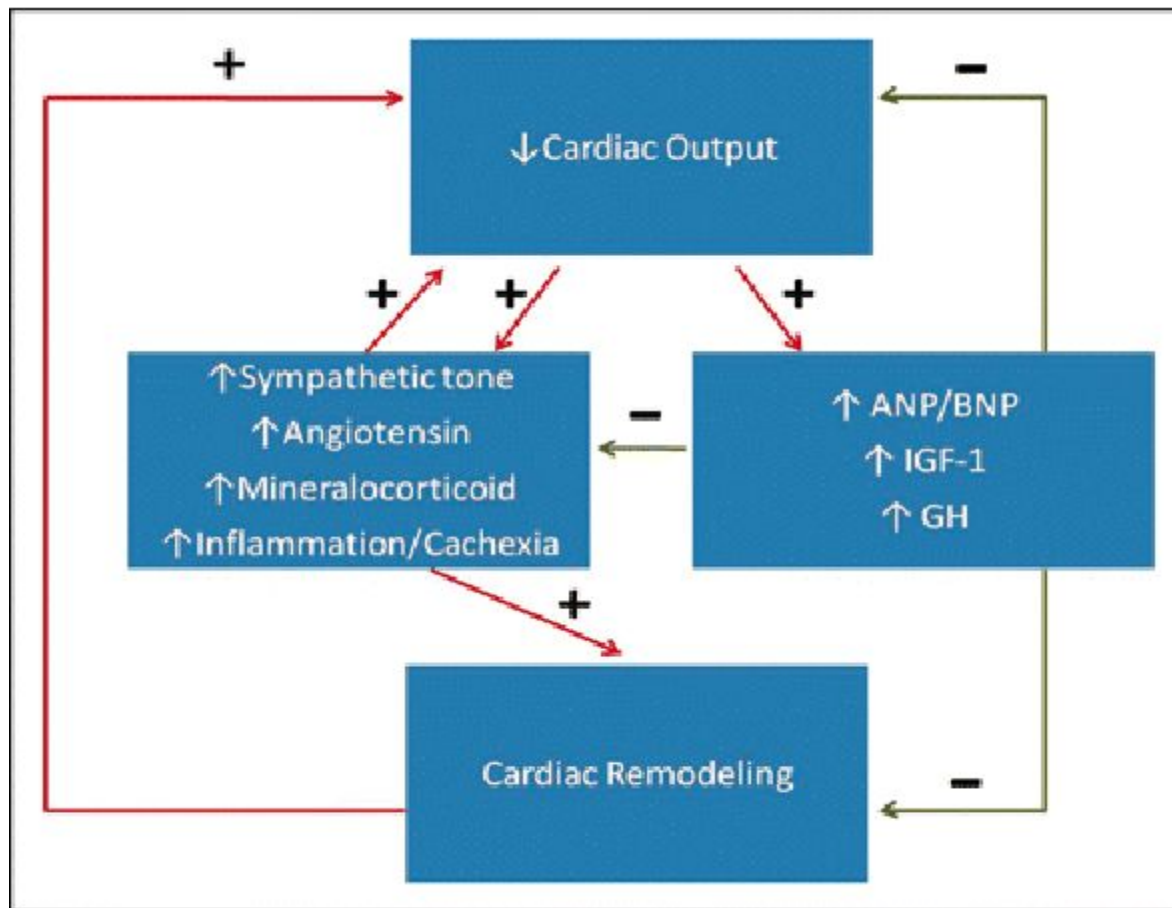
На клеточном уровне, существует пять основных отклонений в нейрогормональной активации при сердечной недостаточности.

1. Снижение регулирования β_1 рецепторов.
2. Активация нейрогуморальных систем.
3. Активация воспалительных путей.
4. Аномалии в метаболизме кальция.
5. Апоптоз.

[Jarrod D. Knudson](#)¹ and [Antonio G. Cabrera](#)²,

***The Pathophysiology of Heart Failure in Children: The Basics**
[Curr Cardiol Rev.](#) 2016 May; 12(2): 99–103.

Сердечная недостаточность является следствием взаимодействия полезных и вредных путей, которые в конечном счете модулируют сердечный выброс и ремоделирование



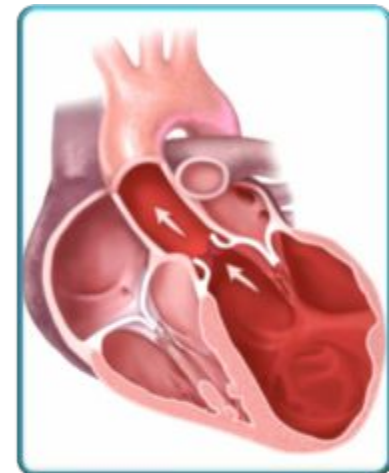
Клинические и гемодинамические варианты острой сердечной недостаточности.

Клинические варианты острой сердечной недостаточности:

- левожелудочковая;
- правожелудочковая;
- тотальная.

Гемодинамические варианты острой сердечной недостаточности:

- систолическая;
- диастолическая;
- смешанная.



Педиатрическая сердечная недостаточность может возникнуть в результате четырех основных механизмов

- Систолическая дисфункция.
- Диастолическая дисфункция.
- Легочная повышенная циркуляция с системным снижением перфузии.
- Неадекватное смешивание.

[Jarrod D. Knudson](#)¹ and [Antonio G. Cabrera](#)² The Pathophysiology of Heart Failure in Children: The Basics [Curr Cardiol Rev](#). 2016 May; 12(2): 99–103.

Систолическая дисфункция

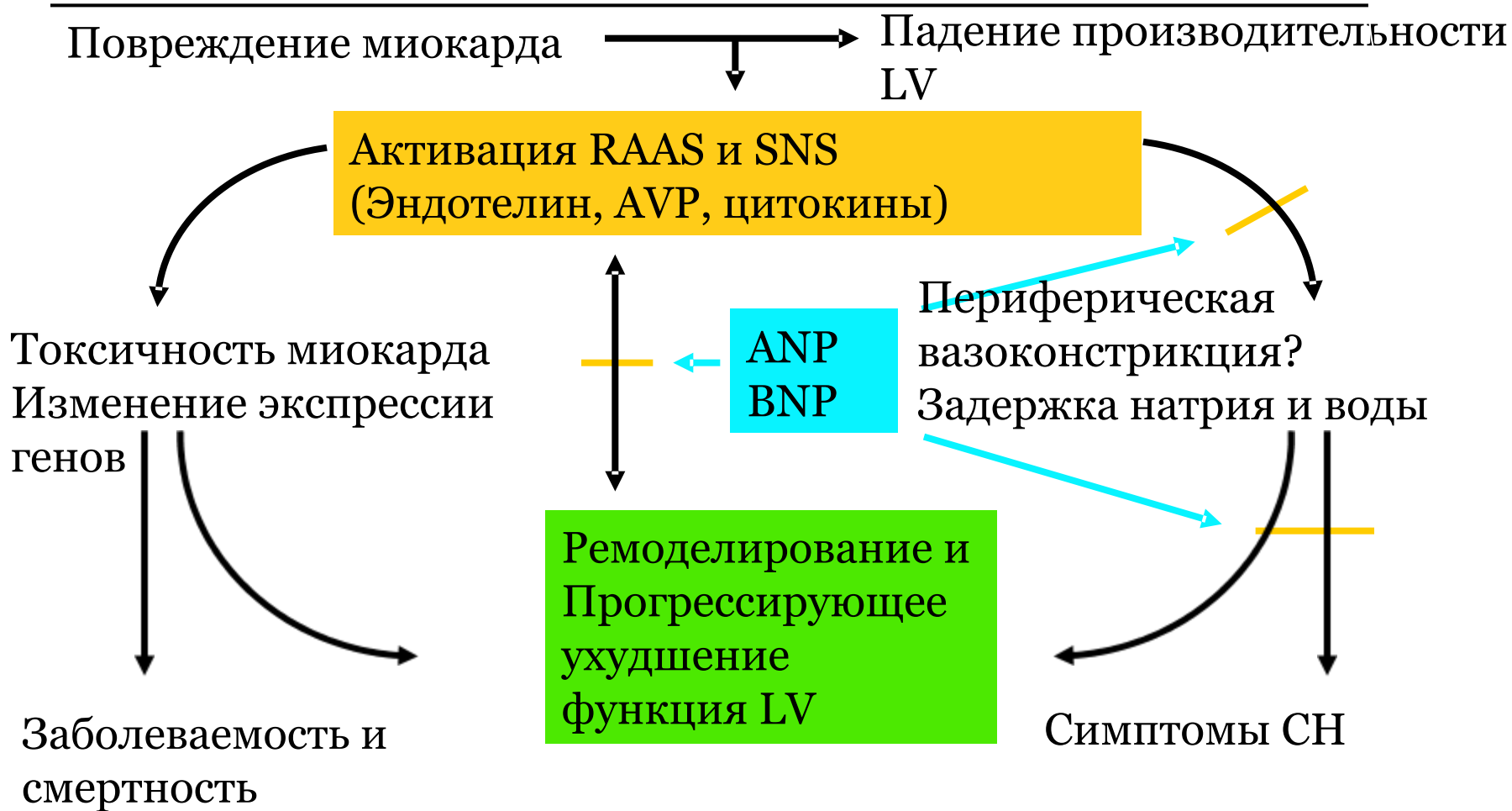
Снижение сердечного выброса вызывает множество физиологических реакций, направленных на восстановление перфузии жизненно важных органов.

- Чрезмерная задержка жидкости.
- Вазоконстрикция, опосредованная ренин-ангиотензином.
- Симпатическая гиперактивность.
- Уменьшение выделительной функции почек.
- Увеличение сердечного выброса за счет возрастающего конца
- Диастолический объем (предварительная нагрузка)

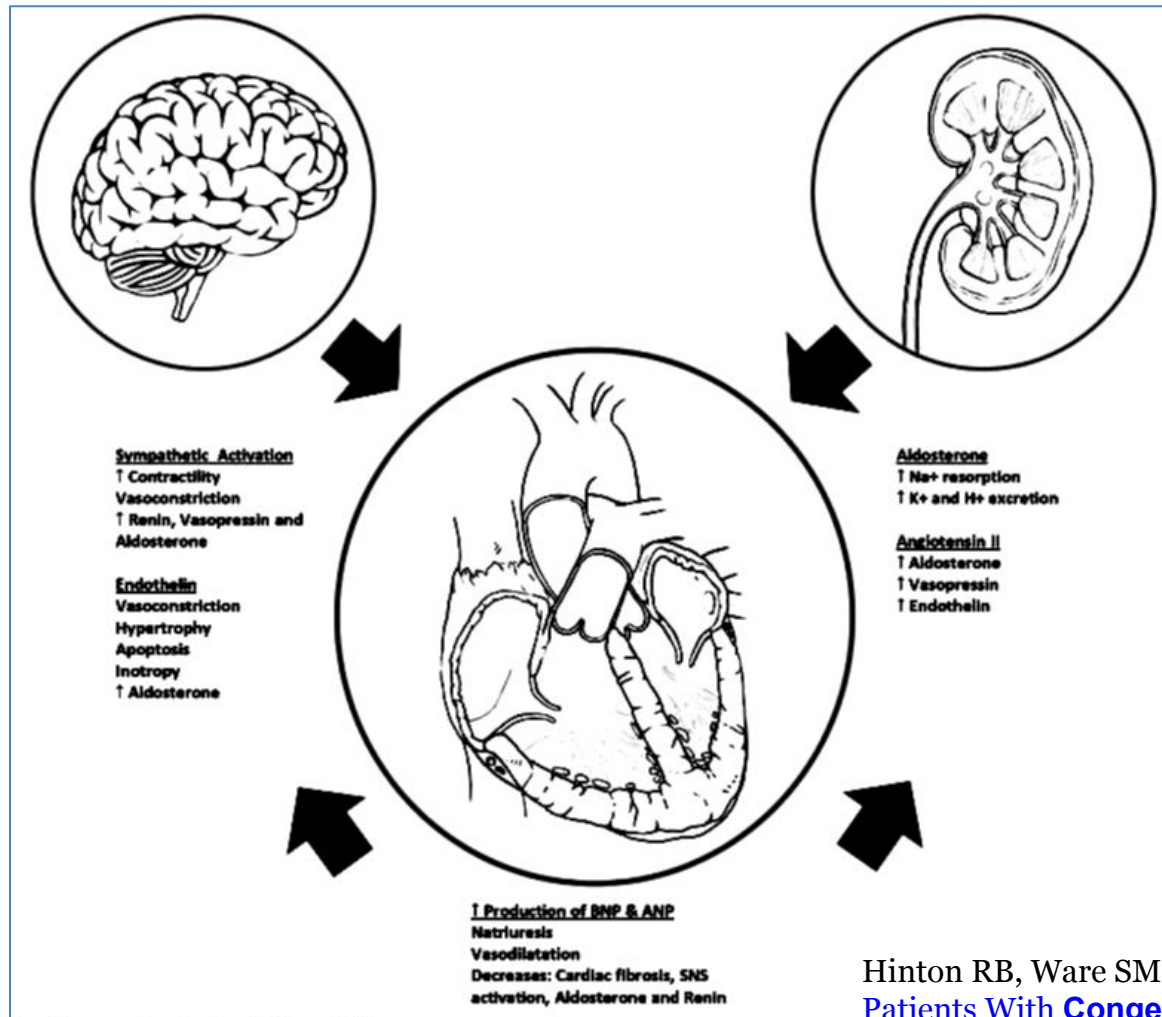
[N. Jayaprasad](#). Heart Failure in Children
[Heart Views](#). 2016 Jul-Sep; 17(3): 92–99.

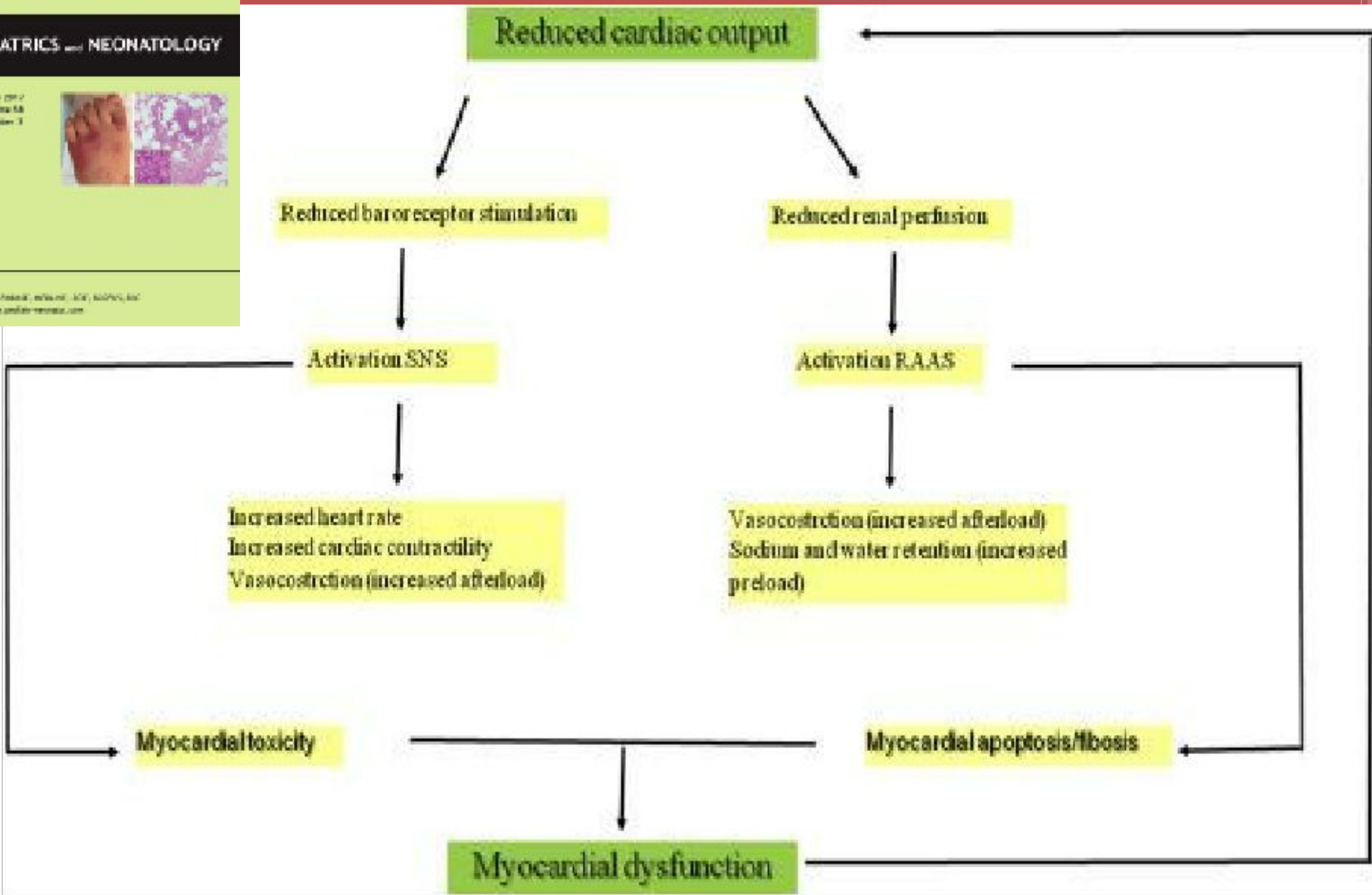
Патофизиология острой сердечной недостаточности

Shah M et al. *Rev Cardiovasc Med.* 2001;2(suppl 2):S2



Нейрогормональная активация при сердечной недостаточности





Высокопроизводительная сердечная недостаточность, связанная с чрезмерной нагрузкой

- Вазоконстрикция (увеличение постнагрузки) имеет тенденцию поддерживать поток к жизненно важным органам, но она непропорционально повышена.
- Симпатическая чрезмерная активность приводит к увеличению сократимости, что также увеличивает требования к миокарду.

[Clark BJ](#) Treatment of heart failure in infants and children. [Heart Dis.](#) 2000 Sep-Oct;2(5):354-61.

Варианты сердечной недостаточности

- Шок - это состояние острой циркуляторной дисфункции с полностью расстроеными физиологическими компенсаторными механизмами
- Системное сосудистое сопротивление и артериальное давление являются важными компонентами преднагрузки, но больше импеданс и левый желудочек

Goldsmith S, Dick C. Differentiating systolic from diastolic heart failure: pathophysiologic and therapeutic considerations. Am J Med 1993;95:645-55.

ВЫСОКОЙ СЕРДЕЧНЫЙ ВЫБРОС + ЧРЕЗМЕРНАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА

СЕПТИЧЕСКИЙ ШОК

- Объемная нагрузка на обе стороны сердца.
- Увеличение SV, связанное с гипердинамической систолической функцией.
- Образование вазоактивных молекул, эндотоксин и цитокины, такие как TNF-альфа, что приводит к уменьшению SV.
- Увеличенный сердечный выброс.
- Прекапиллярное шунтирование.
- Снижение тканевой перфузии и увеличение молочной кислоты.
- Повышенная сосудистая проницаемость - увеличение общего объема жидкости в организме.
- инотропный эффект
- Токсин или прямое микробное действие - положительный
- Стрессы повышают требования к сердечному выбросу и VO₂.

Кардиогенный шок у детей

Возникает при быстром нарастании левожелудочковой недостаточности на фоне:

- ▣ жизнеугрожающих аритмий;
- ▣ разрушении клапанов сердца;
- ▣ тампонады сердца;
- ▣ тромбоэмболии лёгочной артерии;
- ▣ острого миокардита;

- ▣ острой дистрофии или инфаркта миокарда.

Клиника:

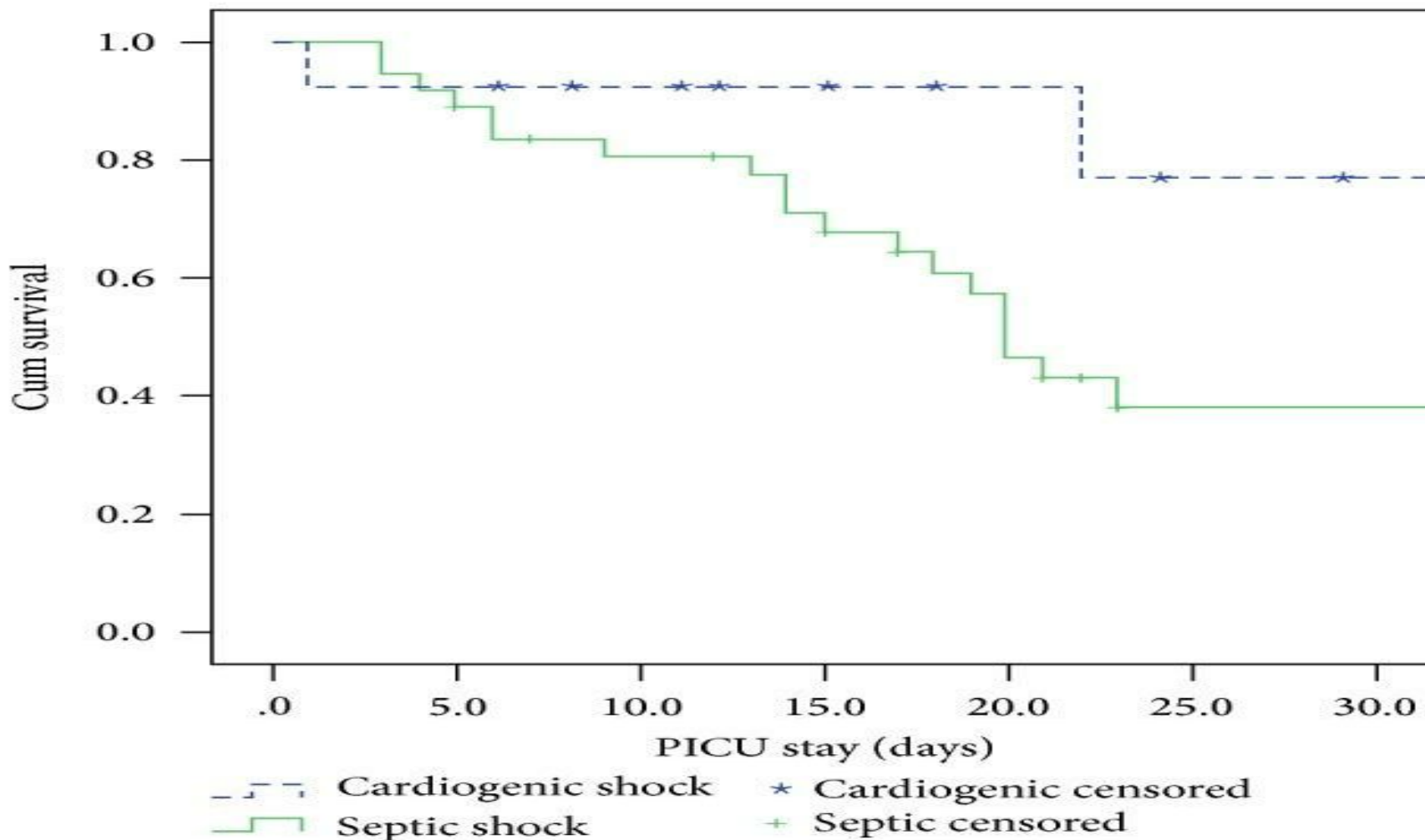
- ▣ кисти и стопы холодные;
- ▣ рисунок кожных покровов «мраморный»;
- ▣ «белое пятно» исчезает медленно;
- ▣ олигурия;
- ▣ сознание нарушено;
- ▣ снижено ЦВД.

При этом резко уменьшаются сердечный выброс и ОЦК со снижением артериального и пульсового давления

[Lee EP¹](#), et.al. Hemodynamic Analysis of Pediatric Septic Shock and Cardiogenic Shock Using Transpulmonary Thermodilution. [Biomed Res Int.](#) 2017;2017:3613475.

[Lee EP¹](#), et.al. Hemodynamic Analysis of Pediatric Septic Shock and Cardiogenic Shock Using Transpulmonary Thermodilution. [Biomed Res Int.](#) 2017;2017:3613475.

Анализ выживаемости детей между септическим и кардиогенным шоком в течение первых 28 дней пребывания PICU ($p < 0.05$).



[Lee EP¹, et.al. Hemodynamic Analysis of Septic Shock and Cardiogenic Shock Using Transpulmonary Thermodilution. Biomed Res Int. 2017;2017:3613475.](#)

В заключение, в течение первых 24 часов после интенсивной терапии **индекс сосудистого сопротивления (SVRI) и CI** являются наиболее важными параметрами гемодинамики, связанными с 28-дневной смертностью у детей с септическим шоком и кардиогенным шоком.

SVRI $1167 \text{ dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5} \cdot \text{m}^2$ является наилучшим предиктором смертности после 24-часовой интенсивной терапии.

Диастолическая дисфункция

- Первичная диастолическая недостаточность обычно наблюдается у пациентов с гипертонической болезнью или повреждением клапанов сердца, а также при гипертрофической или рестриктивной кардиомиопатии, но **может также возникать при различных клинических заболеваниях, особенно при тахикардии и ишемии.**

[Mandinov L¹](#), [Eberli FR](#), [Seiler C](#), [Hess OM](#).
Diastolic heart failure. [Cardiovasc Res.](#) 2000 Mar;45(4):813-25.

Диастолическая дисфункция

- Диастолическая дисфункция и СН остаются недооцененными в условиях периоперативного и интенсивного ухода. Эпидемиологические данные предсказывают, что диастолическая дисфункция станет наиболее часто встречающимся типом СН в клинической практике.
- В настоящее время терапевтические варианты, характерные для этой группы пациентов, ограничены, а смертность остается неизменной.

[R. Maharaj](#)* Diastolic dysfunction and heart failure with a preserved ejection fraction: Relevance in critical illness and anaesthesia [J Saudi Heart Assoc.](#) 2012 Apr; 24(2): 99–121.

Диастолическая дисфункция при сепсисе и септическом шоке

- Результаты показывают большое значение диастолической недостаточности левого желудочка или «жесткого» миокарда при формировании нарушений функции сердца, наблюдаемое при сепсисе и септическом шоке.

[Байтугаева GA](#), [Lukach VN](#), [Dolgikh VT](#), [Govorova NV](#), [Glushchenko AV](#) [Diastolic malfunction in sepsis and septic shock]. [Anesteziol Reanimatol](#). 2004 Jul-Aug;(4):47-9..

[Zanotti-Cavazzoni SL](#)¹, [Hollenberg SM](#). Cardiac dysfunction in severe sepsis and septic shock. [Curr Opin Crit Care](#). 2009 Oct;15(5):392-7.

[Sankar J¹, Das RR, Jain A, Dewangan S, Khilnani P, Yadav D, Dubey N. Prevalence and outcome of diastolic dysfunction in children with fluid refractory septic shock--a prospective observational study. *Pediatr Crit Care Med.* 2014 Nov;15\(9\):e370-8.](#)

- Распространенность диастолической дисфункции при сердечной недостаточности у детей составила 41,1% (95% ДИ, 27,8-54,4), а смертность у пациентов с диастолической дисфункцией составила 43%.
- Диастолическая дисфункция распространена у детей с рефрактерным септическим шоком
- Повышенное центральное венозное давление после первоначальной реанимации жидкости может быть ранним показателем диастолической дисфункции и требует экстренной прикроватной эхокардиографии для дальнейшего лечения.

Симптомы острой сердечной недостаточности у детей

Основные клинические признаки острой сердечной недостаточности:

- ✓ одышка,
- ✓ тахикардия,
- ✓ расширение границ сердца вследствие расширения полостей сердца или гипертрофии миокарда,
- ✓ увеличение размеров печени, особенно левой доли,
- ✓ периферические отёки,
- ✓ увеличение центрального венозного давления.

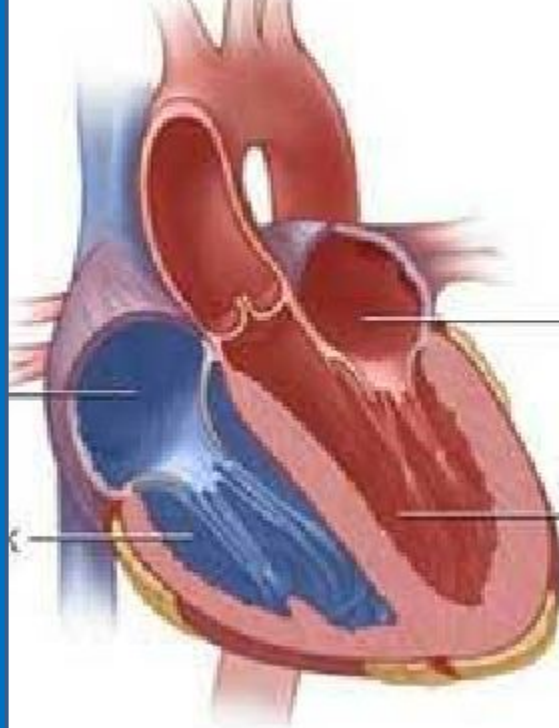
Симптомы острой сердечной недостаточности у детей

Острая правожелудочковая недостаточность

- Гепатомегалия
- Асцит
- Плевральный выпот
- Водянка
- Расширение яремных вен

•• Тахикардия

•• Венозный застой



Острая левожелудочковая недостаточность

- Тахипноэ
- Втяжение
- Игра крыльев носа или хрюканье
- Хрипы
- Отек легких

Заключение

- Педиатрическая HF имеет много характеристик, которые отличает ее от взрослых HF и, в первую очередь, она имеет особые этиологические обстоятельства, связанные с наличием врожденных пороков развития сердца. Этиологические особенности также зависят от различных стадий детства.

Заключение

- ▣ Основываясь на научные данные, педиатрическая HF является клиническим синдромом, который возникает, когда сердечный выброс недостаточен для удовлетворения метаболических потребностей организма.
- ▣ Хотя существует множество специфических причин HF, у всех пациентов существует только несколько первичных механизмов независимых от возраста (объемная нагрузка, стресс после нагрузки, нарушения ритма и нарушение сократимости миокарда).
- ▣ Клиническое представление HF является многогранным и уникальным у детей. Нынешнее медицинское руководство обращается к сердечно-сосудистым заболеваниям и лечит первичные сердечные проблемы хирургическим вмешательством или медицинскими стратегиями, направленными на снижение преднагрузки и последующей нагрузки.
- ▣ Медикаментозная терапия для лечения HF была впервые применена у взрослых и не была хорошо изучена у детей. В настоящее время большинство педиатрических HF-процедур зависят от опыта и причины, а не от научно-обоснованных исследований у младенцев и детей.