FARMAKOLOGIK TERAPIYANING BOLALARDA TUG'MA YURAK NUQSONLARI BILAN BOG'LIQ GEMODINAMIK O'ZGARISHLARGA TA'SIRI

Toirov Botirjon Abduqodir o'g'li
CAMU, Pediatriya yo'nalishi, 3-bosqich talabasi
E-mail: botirjontoirov2001@gmail.com | ORCID: 0009-0002-8566-0659
Ilmiy rahbar: **Qodirov Zokirjon Sulaymon o'g'li**
| E-mail: zokirjon.pharm49348@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.24143998

Annotatsiya

Maqolada bolalardagi tug'ma yurak nuqsonlarida (TYuN) farmakologik terapiyaning shunt oqimi, o'pka va tizimli tomir qarshiligi, qorincha yuklamasi hamda yurak chiqish hajmiga ta'siri bo'yicha dalillar sharh qilindi. 30 ta xalqaro qo'llanma, ilmiy bayonot, klinik tadqiqot va tizimli sharh tahlil etildi. Duktusga bog'liq qon aylanishida prostaglandin E_1 (PGE_1) hayotiy muhim ko'prik davosi; chapdan o'ngga shunt va dimlanishda diuretiklar simptomni yengillashtirishi mumkin, ammo nuqsonni tuzatmaydi. Chala tug'ilgan chaqaloqlarda gemodinamik ahamiyatli arterial yo'lni dori bilan yopish foydasi va vaqtini individual baholash lozim; erta rutin davolashni dalillar qo'llab-quvvatlamaydi. O'pka arterial gipertenziyasida vazodilatatorlarni tashxis, o'pka tomir qarshiligi, shunt yo'nalishi va operabellik mutaxassis markazida baholangandan keyin tanlash kerak. Operatsiyadan keyingi past yurak chiqishida inotrop va inodilatatorlar qo'llanishi mumkin, biroq samarasi tadqiqotlarda bir xil emas. TYuNda dori davosi, asosan, gemodinamikani barqarorlashtirish, simptomlarni nazorat qilish va korreksiyagacha ko'prik vazifasini bajaradi; anatomik tuzatishning o'rnini bosmaydi.

Kalit so'zlar: tug'ma yurak nuqsonlari, gemodinamika, shunt, o'pka qon oqimi, PGE_1, diuretiklar, o'pka gipertenziyasi, milrinon.

Abstract

This review summarizes evidence on how pharmacological therapy affects shunt flow, pulmonary and systemic vascular resistance, ventricular loading, and cardiac output in children with congenital heart disease (CHD). Thirty international guidelines, scientific statements, clinical studies, and systematic reviews were reviewed. Prostaglandin E_1 (PGE_1) is a life-saving bridge in duct-dependent circulation. Diuretics may relieve congestion in left-to-right shunts but do not correct the anatomical defect. In preterm infants, the benefits and timing of drug closure of hemodynamically significant patent ductus arteriosus require individualized assessment; evidence does not support routine early closure. Pulmonary vasodilators for pulmonary arterial hypertension should be selected only after expert assessment of diagnosis, pulmonary vascular resistance, shunt direction, and operability. Inotropes and inodilators may support low cardiac output after surgery, although trial results vary. In CHD, medication mainly stabilizes hemodynamics, controls symptoms, or bridges to intervention; it does not replace anatomical repair.

Keywords: congenital heart disease, hemodynamics, shunt, pulmonary blood flow, PGE_1, diuretics, pulmonary hypertension, milrinone.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Аннотация

В обзоре обобщены данные о влиянии фармакотерапии на шунтовой кровоток, лёгочное и системное сосудистое сопротивление, нагрузку на желудочки и сердечный выброс у детей с врождёнными пороками сердца (ВПС). Проанализированы 30 международных рекомендаций, научных заявлений, клинических исследований и систематических обзоров. Простагландин E_1 (PGE_1) является жизненно важной временной терапией при ductus-зависимом кровообращении. Диуретики могут уменьшать застой при лево-правом сбросе, но не устраняют анатомический дефект. У недоношенных детей решение о медикаментозном закрытии гемодинамически значимого открытого артериального протока принимается индивидуально; рутинное раннее закрытие не подтверждено доказательствами. Лёгочные вазодилататоры при лёгочной артериальной гипертензии назначаются после экспертной оценки диагноза, лёгочного сосудистого сопротивления, направления шунта и операбельности. Инотропы и ино-дилататоры могут поддерживать низкий сердечный выброс после операции, однако результаты исследований неоднородны. При ВПС лекарственная терапия обычно стабилизирует гемодинамику и контролирует симптомы, но не заменяет анатомическую коррекцию.

Ключевые слова: врождённые пороки сердца, гемодинамика, шунт, лёгочный кровоток, PGE_1, диуретики, лёгочная гипертензия, милринон.

Kirish

Tug'ma yurak nuqsonlarida gemodinamika anatomik tuzilish, shunt yo'nalishi va kattaligi, o'pka tomir qarshiligi (PVR), tizimli tomir qarshiligi (SVR), qorincha funksiyasi hamda o'pka va tizimli qon oqimlari nisbatiga bog'liq. Bir xil preparat turli nuqsonlarda qarama-qarshi natija berishi mumkin: masalan, o'pka tomirlarini kengaytirish ayrim PAH fenotiplarida foydali, ammo katta chapdan o'ngga shuntda o'pka oqimi va chap yurak bo'limlariga hajm yukini oshirishi ehtimoli bor [1–6,29,30].

Shu bois farmakologik davoning maqsadi "nuqsonni dori bilan tuzatish" emas. Maqsad — kerakli oqimni saqlash, dimlanish yoki gipoperfuziyani kamaytirish, operatsiya/kateterizatsiyagacha bemorni barqarorlashtirish, operatsiyadan keyingi past yurak chiqishini davolash va TYuNga qo'shilgan PAH yoki miokard disfunksiyasini boshqarishdir [1–3].

Maqsad va adabiyotlarni tanlash

Maqsad — TYuN bilan bog'liq gemodinamik o'zgarishlarda farmakologik guruhlarning ta'siri, dalillarning kuchli va cheklangan tomonlarini umumlashtirish. PubMed/PMC, Cochrane hamda AHA, ISHLT, ESC/ERS va AAP kabi tashkilotlarning manbalarida 2002–2026-yillarda chop etilgan maqola va qo'llanmalarni "congenital heart disease", "hemodynamics", "shunt", "duct-dependent", "pulmonary hypertension", "PGE1", "diuretic", "milrinone" va "Fontan" kalit so'zlari bilan qidirdik. Jami 30 ta manba kiritildi. Bu narrativ adabiyotlar sharhi bo'lib, yangi bemor ma'lumotlari yoki meta-tahlilni o'z ichiga olmaydi.

TYuNda asosiy gemodinamik fenotiplar

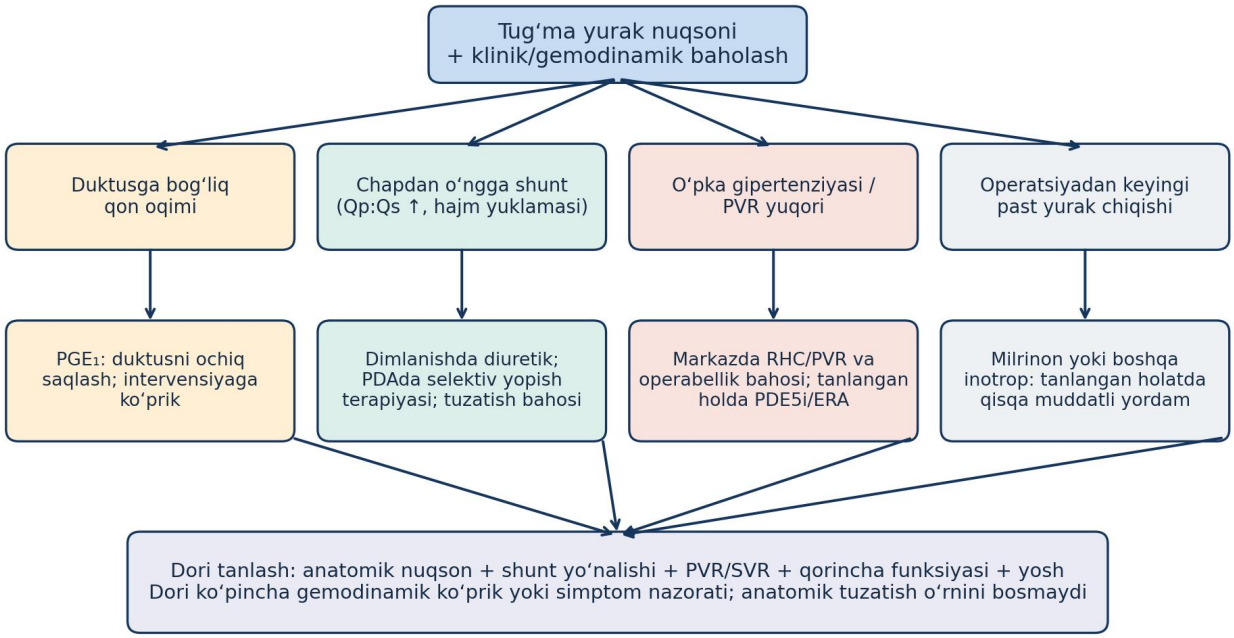
Chapdan o'ngga shunt (ASD, VSD, PDA)da qonning bir qismi tizimli tomirdan o'pka qon aylanishiga qaytadi. Shunt kattaligi PVR/SVR nisbati, nuqson o'lchami va yurak sikli bosimlariga bog'liq. O'pka oqimi ortishi o'pka venalari orqali chap bo'lmacha va chap qorinchaga hajm yukini keltirib chiqarishi

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

mumkin. Uzoq davom etgan yuqori oqim tomir qayta tuzilishiga va PVR ortishiga olib kelishi mumkin; shu bosqichda shunt yo'nalishi ikki tomonlama yoki o'ngdan chapga aylanishi mumkin [1,4,5,11].

O'ngdan chapga shunt va duktusga bog'liq o'pka oqimida (masalan, o'pka atreziyasi) arterial yo'l qon oqimi uchun zarur bo'lishi mumkin. Aksincha, tizimli oqimi duktusga bog'liq nuqsonlarda (masalan, aorta koarktatsiyasi yoki chap yurak chiqish yo'li obstruksiyasining ayrim shakllari) duktus yopilishi tizimli perfuziyani keskin yomonlashtirishi mumkin. Bunday holatda PGE_1 arterial yo'lni ochiq tutib, muolajagacha vaqt yutish maqsadida beriladi [9,10,12].

Fontan fiziologiyasida tizimli venoz qon o'pkaga faol qorincha nasosisiz oqadi. Shu sabab PVRning pastligi, venoz qaytish va qorincha to'lishining yetarliligi muhim; standart HFrEF algoritmini to'g'ridan to'g'ri qo'llash foydasi tasdiqlanmagan [1,13–15].



1-rasm. Tug'ma yurak nuqsonlarida gemodinamik fenotip va dori yondashuvining umumiy sxemasi.

Farmakologik vositalarning gemodinamik ta'siri

Prostaglandin E_1 va arterial yo'lni boshqarish

PGE_1 (alprostadil) arterial yo'l silliq mushagini bo'shashtirib, duktusga bog'liq tizimli yoki o'pka oqimini saqlashga xizmat qiladi. Bu — anatomik korreksiyagacha bo'lgan reanimatsion ko'prik davosi. Davolash vaqtida arterial bosim, kislorodlanish, perfuziya va nafas holati uzluksiz nazorat qilinadi; apnea va gipotenziya kabi nojo'ya ta'sirlar sababli nafas yo'llarini qo'llab-quvvatlash imkoniyati bo'lishi zarur [9,10,12].

PGE_1ni PDAni yopish uchun beriladigan prostaglandin sintezi ingibitorlari bilan adashtirmaslik kerak. Chala tug'ilgan chaqaloqlarda gemodinamik ahamiyatli PDAni ibuprofen, indometatsin yoki paratsetamol bilan selektiv yopish kanalning yopilish ehtimolini oshirishi mumkin. Biroq AAPning 2025-yilgi hisobotida hayotning dastlabki 2 haftasida profilaktik yoki erta yopishni muntazam qo'llash tavsiya etilmagan; 2 haftadan keyingi maqbul vaqt va foyda-xavf nisbati esa hanuz noaniq. Bu tavsiyalar faqat chala tug'ilgan chaqaloqlardagi PDAga taalluqli [7,8].

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Diuretiklar va shuntga bog‘liq dimlanish

Furosemid kabi halqali diuretiklar o‘pka yoki tizimli dimlanishda preloadni kamaytirib, nafas qisilishi, gepatomegaliya va shishni vaqtincha yengillashtirishi mumkin. Ular ASD/VSD/PDA anatomiyasini o‘zgartirmaydi, shuntni bartaraf etmaydi; katta shuntda ko‘pincha jarrohlik yoki kateter orqali yopish asosiy davolash hisoblanadi [1,5,11]. Haddan tashqari diurez preloadni pasaytirib yurak chiqishini yomonlashtirishi mumkin, ayniqsa Fontan yoki restriktiv fiziologiyada. Suyuqlik balansi, vazn, arterial bosim, buyrak faoliyati, natriy/kaliy kuzatiladi [1,5].

RAAS blokatorlari va β-blokatorlar

ACE ingibitorlari afterload va miokard devor zo‘riqishini kamaytirishi mumkin, ammo TYuN fenotiplarida klinik natija bir xil emas. Bir qorincha chaqaloqlarida enalapril randomizatsiyalangan sinovda o‘sish, qorincha funksiyasi yoki YY og‘irligini yaxshilamagan [13]. Fontan bemorlarida 10 haftalik enalapril sinovi mashq qobiliyati yoki yurak indeksini oshirmagan; keyingi kichik sinov ham o‘rtacha-yaxshi sistolik funksiyali bolalarda mashq ko‘rsatkichlari bo‘yicha aniq foyda ko‘rsatmagan [14,15]. Bu natijalar ACEIni har bir TYuNga rutin buyurmaslik, balki tizimli qorincha sistolik disfunksiyasi, qon bosimi va buyrak holatiga ko‘ra tanlash zarurligini ko‘rsatadi [1–3,13–15].

Karvedilol bo‘yicha 161 bolani qamrab olgan randomizatsiyalangan sinovda umumiy kohort uchun asosiy klinik natijada platsebodan ustunlik aniqlanmagan. Sistemik chap qorincha guruhida foyda tomonga tendensiya, sistemik o‘ng yoki bir qorincha fiziologiyasida esa ehtiyotkorlik talab qiladigan natija kuzatilgan [16]. Shu sabab kattalar HFrEF algoritmini kompleks TYuNga avtomatik ko‘chirish mumkin emas [1,2,16].

O‘pka gipertenziyasi va maqsadli vazodilatatorlar

TYuN bilan bog‘liq o‘pka gipertenziyasida shuntni yopish mumkinligi PVR va tomirlarning qaytaruvchanligiga bog‘liq. O‘pka gipertenziyasi markazida yurak kateterizatsiyasi, o‘tkir vazoreaktivlik sinovi va klinik holat baholanadi; shunt yo‘nalishini va operabellikni aniqlamasdan empirik o‘pka vazodilatatori buyurish xavfli bo‘lishi mumkin [17]. Sildenafil (PDE-5 ingibitori), endotelin retseptor antagonistlari (masalan, bosentan) va prostatsiklin yo‘li dorilari faqat mos PAH guruhida, xavf stratifikatsiyasiga ko‘ra tanlanadi [17,21,22].

STARTS-1 tadqiqotida sildenafilning o‘rta va yuqori dozalarida ayrim gemodinamik hamda funksional ko‘rsatkichlar yaxshilangan, biroq barcha doza guruhlarini birlashtirgan birlamchi mashq natijasi chegaraviy bo‘lgan; STARTS-2 da yuqori doza bilan o‘lim signali yuzaga kelib, doza tanlashda ehtiyotkorlik zarurligi ko‘rsatilgan [18,19]. Operatsiyadan keyingi O‘AGda vena ichiga sildenafil bo‘yicha kichik, quvvati yetarli bo‘lmagan sinov o‘pka bosimi pasayishini ko‘rsatgan; kichik tanlanma qat’iy xulosa chiqarishga to‘sqinlik qiladi [20].

Inotroplar va operatsiyadan keyingi past yurak chiqishi

Kardiopulmonal bypassdan keyingi miokard disfunksiyasi va past yurak chiqishida milrinon PDE-3 ingibitsiyasi orqali qisqaruvchanlikni oshiradi va vazodilatatsiya qiladi; dobutamin va epinefrin ham vaziyatga qarab qo‘llanadi. PRIMACORP va boshqa sinovlarda milrinon past yurak chiqishi xavfini kamaytirish signalini bergan [23,24]. Biroq so‘nggi tarmoq meta-tahlillarida o‘lim yoki past chiqish sindromining oldini olish bo‘yicha dori guruhlari orasidagi dalil noaniq, levosimendan natijalari esa tadqiqot dizayni va bemor tanloviga bog‘liq [25–28]. Preparat tanlovi qon bosimi, yurak ritmi, perfuziya, laktat va buyrak faoliyatini hisobga olgan intensiv kuzatuvda amalga oshiriladi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Jadval 1. Gemodinamik fenotip, farmakologik maqsad va muhim cheklovlar

Fenotip / vaziyat	Gemodinamik o'zgarish	Dori yondashuvi	Cheklov va monitoring
Duktusga bog'liq qon aylanishi	Duktus yopilsa o'pka yoki tizimli oqim keskin kamayadi	PGE_1 bilan duktusni ochiq saqlash; operatsiya/intervensiyagacha ko'prik [9,10,12]	Apnea, gipotenziya, harorat; uzluksiz kuzatuv va nafas yordami imkoniyati
Chapdan o'ngga shunt, o'pka oqimi ortishi	Qp:Qs ortishi; chap bo'lmacha/chap qorincha hajm yuklamasi, dimlanish	Klinik dimlanishda diuretik; duktal preterm PDAda yopish preparatini tanlash [7,8,11]	Diuretik shuntni yopmaydi; PVR va operabellik baholanadi
Shunt bilan bog'liq PAH / PVR yuqori	O'ng qorincha bosim yuklamasi; shunt ikki tomonlama yoki o'ngdan chapga o'tishi mumkin	RHC va vazoreaktivlikdan so'ng tanlangan PDE5i/ERA/prostatsiklin [17–22]	Empirik vazodilatator yoki shunt yopish xavfli; mutaxassis markazi zarur
Fontan / bir qorincha fiziologiyasi	Passiv o'pka oqimi; preload va PVRga yuqori sezgirlik	Dimlanish yoki qorincha disfunksiyasiga yo'naltirilgan individual yondashuv [13–15]	ACEI rutin foydasi tasdiqlanmagan; ortiqcha preload kamayishi xavfli
Operatsiyadan keyingi past yurak chiqishi	Kardiyak indeks pasayishi, perfuziya yomonlashuvi	Milrinon/dobutamin/epinefrin klinik fenotipga ko'ra [23–28]	Bosim, ritm, laktat, diurez va buyrak funksiyasi uzluksiz nazorat

Jadval 2. Farmakologik terapiya bo'yicha asosiy pediatrik dalillar

Manba / tadqiqot	Dizayn yoki guruh	Asosiy gemodinamik/klinik natija	Dalil talqini
Hsu va hammualliflar, 2010 [13]	230 bir qorincha chaqaloq; enalapril va platsebo	O'sish, qorincha funksiyasi va YY og'irligida farq aniqlanmagan	Barcha CHD fenotiplariga RAAS blokadasini umumlashtirib bo'lmaydi
Kouatli va hammualliflar, 1997 [14]	18 Fontan bemori; krossover RCT	10 haftalik enalapril mashq qobiliyati yoki damdagi indeksni yaxshilamagan	Fontan fiziologiyasi klassik afterload reductionga boshqacha javob beradi
Karvedilol sinovi, 2007 [16]	161 simptomatik bola/o'smir;	Umumiy kohortda kompozit klinik natija	Ventrikulyar morfologiyaga bog'liq

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Manba / tadqiqot	Dizayn yoki guruh	Asosiy gemodinamik/klinik natija	Dalil talqini
	randomizatsiyalangan	bo'yicha ustunlik yo'q	javobni hisobga olish
STARTS-1 / STARTS-2 [18,19]	O'AGli bolalarda ko'p markazli sildenafil sinovlari	O'rta/yuqori dozada ayrim ko'rsatkichlar yaxshilangan; yuqori doza xavfsizligi bo'yicha signal bor	O'AG tashxisi, xavfi va dozani markazda baholash
PRIMACORP / milrinon [23,24]	Yurak operatsiyasidan keyin; platsebo-nazoratli sinovlar	Yuqori dozali milrinon LCOSni kamaytirishi mumkin; birlashtirilgan keyingi dalil noaniq	Operatsiyadan keyin tanlangan qisqa muddatli yordam
Fraisse va hammualliflar, 2011 [20]	Postoperativ PAH; juda kichik, yetarli quvvatlanmagan RCT	Sildenafil bilan PA bosimi pasaygan; extubatsiya/ICU muddati qisqargan	Namuna kichik; natijani boshqa PAH holatlariga yoyib bo'lmaydi
AAP PDA bayonoti, 2025 [7]	Chala tug'ilgan chaqaloqlardagi PDA bo'yicha klinik hisobot	Erta rutin yopish tavsiya qilinmaydi; 2 haftadan keyingi davolash dalillari cheklangan	Faqat preterm PDAga taalluqli; individual baholash zarur

Muhokama

Adabiyotlar uch asosiy xulosani qo'llab-quvvatlaydi. Birinchidan, dori samarasi anatomik nuqsondan ko'ra shu nuqson keltirib chiqargan fiziologik holatga moslanadi. PGE_1 bir vaziyatda arterial yo'lni saqlab hayotiy oqimni ta'minlasa, prostaglandin sintezi ingibitori boshqa vaziyatda preterm chaqaloqdagi hsPDAni yopishga xizmat qiladi [7–10,12]. Ikkinchidan, diuretik, ACEI va β-blokator kabi "yurak yetishmovchiligi dorilari" barcha TYuNlarda bir xil gemodinamik yoki klinik natija bermaydi; Fontan va bir qorincha sinovlari kattalar dalillarini ehtiyotkor ekstrapolyatsiya qilish kerakligini ko'rsatadi [1,2,13–16]. Uchinchidan, PAH va postoperativ past chiqishda preparat gemodinamik monitoringga bog'liq, dalillar esa ko'pincha kichik tanlanma yoki surrogat yakuniy nuqtalarga tayanadi [17–28].

Ushbu sharhning cheklovi — narrativ dizayn va turli yosh, anatomiya, davolash hamda yakuniy ko'rsatkichlarga ega tadqiqotlarni yagona miqdoriy bahoga birlashtirmaganidir. 30 ta manba turli dalil darajasiga ega; jadvallarda randomizatsiyalangan sinovlar, qo'llanmalar va tizimli sharhlar alohida ko'rsatildi. OAK jurnaliga topshirishdan oldin tanlangan jurnalning bibliografik format, hajm, mualliflik deklaratsiyasi va metama'lumot talablariga moslashtirish lozim.

Xulosa

1. TYuNda farmakologik terapiyaning gemodinamik ta'siri shunt yo'nalishi va hajmi, PVR/SVR, qorincha morfologiyasi, yosh hamda operatsiya bosqichiga bog'liq.

2. PGE_1 duktusga bog'liq qon aylanishida operatsiya yoki intervensiyagacha muhim ko'prik davosidir; diuretik shuntni tuzatmaydi, faqat dimlanishni kamaytiradi. Chala tug'ilgan chaqaloqdagi PDAni dori bilan yopish qarori simptomlar, exokardiografik ahamiyat va xavflar asosida qabul qilinadi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

3. O'AGda o'pka vazodilatatorlari tashxis, yurak kateterizatsiyasi/PVR, shunt yo'nalishi va operabellik baholangandan keyin mutaxassis markazida tanlanadi. Sildenafil natijasi doza va fenotipga bog'liq; yuqori dozaning uzoq muddatli xavfsizligi alohida e'tibor talab qiladi.

4. Fontan va bir qorincha fiziologiyasida ACE ingibitori hamda β-blokatorning umumiy foydasi tasdiqlanmagan. Milrinon kabi inotroplar ayrim perioperativ past yurak chiqishi holatlarida qisqa muddatli yordam beradi, ammo uzluksiz kuzatuv talab qiladi.

5. Ko'pchilik TYuNda dori gemodinamikani barqarorlashtirish, simptomlarni nazorat qilish va korreksiyagacha ko'prik vazifasini bajaradi. Anatomik nuqsonni tuzatuvchi jarrohlik yoki kateter muolajasining o'rnini bosa olmaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Amdani S, Conway J, George K, et al. Evaluation and Management of Chronic Heart Failure in Children and Adolescents With Congenital Heart Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2024;150:e33–e50. doi:10.1161/CIR.0000000000001245.
2. Irving C, Azeka E, Adorisio R, et al. The International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for the Management of Pediatric Heart Failure (Update From 2014). J Heart Lung Transplant. 2025;44(10):e21–e71. doi:10.1016/j.healun.2025.06.003.
3. Kirk R, Dipchand AI, Rosenthal DN, et al. ISHLT guidelines for the management of pediatric heart failure: executive summary. J Heart Lung Transplant. 2014;33(9):888–909. doi:10.1016/j.healun.2014.06.002.
4. Hsu DT, Pearson GD. Heart failure in children: part I: history, etiology, and pathophysiology. Circ Heart Fail. 2009;2(1):63–70. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.820217.
5. Dipchand AI, Lorts A, VanderPluym C, et al. Management of Pediatric Heart Failure. Korean Circ J. 2024;54(12):794–810. doi:10.4070/kcj.2024.0320.
6. Ahmed H, VanderPluym C. Medical management of pediatric heart failure. Cardiovasc Diagn Ther. 2021;11(1):323–335. doi:10.21037/cdt-20-358.
7. Ambalavanan N, Aucott SW, Salavitabar A, et al. Patent Ductus Arteriosus in Preterm Infants. Pediatrics. 2025;155(5):e2025071425. doi:10.1542/peds.2025-071425.
8. Mitra S, de Boode WP, Weisz DE, Shah PS. Interventions for patent ductus arteriosus (PDA) in preterm infants: an overview of Cochrane Systematic Reviews. Cochrane Database Syst Rev. 2023;4:CD013588. doi:10.1002/14651858.CD013588.pub2.
9. Akkinapally S, Hundalani SG, Kulkarni M, et al. Prostaglandin E1 for maintaining ductal patency in neonates with ductal-dependent cardiac lesions. Cochrane Database Syst Rev. 2018;2(2):CD011417. doi:10.1002/14651858.CD011417.pub2.
10. Ohlsson A, Walia R, Shah SS. Use of prostaglandins in duct-dependent congenital heart conditions. Arch Dis Child Educ Pract Ed. 2018;103(3):137–140. doi:10.1136/archdischild-2017-313654.
11. American College of Cardiology. Outpatient Management of Isolated Left-to-Right Shunt Lesions in Pediatric Patients: 2026 ACC Concise Clinical Guidance. J Am Coll Cardiol. 2026. doi:10.1016/j.jacc.2025.11.020.
12. Schneider DJ, Moore JW. Patent ductus arteriosus. Circulation. 2006;114(17):1873–1882. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.592063.
13. Hsu DT, Zak V, Mahony L, et al. Enalapril in infants with single ventricle: results of a multicenter randomized trial. Circulation. 2010;122(4):333–340. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.927988.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

14. Kouatli AA, Garcia JA, Zellers TM, Weinstein EM, Mahony L. Enalapril does not enhance exercise capacity in patients after Fontan procedure. Circulation. 1997;96(5):1507–1512. doi:10.1161/01.CIR.96.5.1507.
15. Harteveld LM, Blom NA, Terol Espinosa de Los Monteros C, et al. 3-Month Enalapril Treatment in Pediatric Fontan Patients With Moderate to Good Systolic Ventricular Function. Am J Cardiol. 2022;163:98–103. doi:10.1016/j.amjcard.2021.10.013.
16. Shaddy RE, Boucek MM, Hsu DT, et al. Carvedilol for children and adolescents with heart failure: a randomized controlled trial. JAMA. 2007;298(10):1171–1179. doi:10.1001/jama.298.10.1171.
17. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. Eur Heart J. 2022;43(38):3618–3731. doi:10.1093/eurheartj/ehac237.
18. Barst RJ, Ivy D, Gaitan G, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled, dose-ranging study of oral sildenafil citrate in treatment-naive children with pulmonary arterial hypertension. Circulation. 2012;125(2):324–334. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.016667.
19. Barst RJ, Beghetti M, Pulido T, et al. STARTS-2: long-term survival with oral sildenafil monotherapy in treatment-naive pediatric pulmonary arterial hypertension. Circulation. 2014;129(19):1914–1923. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005698.
20. Fraisse A, Butrous G, Taylor MB, Oakes M, Dilleen M, Wessel DL. Intravenous sildenafil for postoperative pulmonary hypertension in children with congenital heart disease. Intensive Care Med. 2011;37(3):502–509. doi:10.1007/s00134-010-2065-4.
21. Schulze-Neick I, Hartenstein P, Li J, et al. Intravenous sildenafil is a potent pulmonary vasodilator in children with congenital heart disease. Circulation. 2003;108(Suppl 1):II167–II173. doi:10.1161/01.CIR.0000087384.76615.60.
22. Galiè N, Beghetti M, Gatzoulis MA, et al. Bosentan therapy in patients with Eisenmenger syndrome: a multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled study. Circulation. 2006;114(1):48–54. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.630715.
23. Hoffman TM, Wernovsky G, Atz AM, et al. Efficacy and safety of milrinone in preventing low cardiac output syndrome in infants and children after corrective surgery for congenital heart disease. Circulation. 2003;107(7):996–1002. doi:10.1161/01.CIR.0000051365.81920.28.
24. Hoffman TM, Wernovsky G, Atz AM, et al. Prophylactic intravenous use of milrinone after cardiac operation in pediatrics (PRIMACORP) study. Am Heart J. 2002;143(1):15–21. doi:10.1067/mhj.2002.120305.
25. Gillies M, Lokuge K, Lally P, et al. Inotropes for the prevention of low cardiac output syndrome and mortality for paediatric patients undergoing surgery for congenital heart disease: a network meta-analysis. Cochrane Database Syst Rev. 2024;(11):CD013707. doi:10.1002/14651858.CD013707.pub2.
26. Ricci Z, Garisto C, Favia I, et al. Levosimendan infusion in newborns after corrective surgery for congenital heart disease: randomized controlled trial. Intensive Care Med. 2012;38(7):1198–1204.
27. Wang X, et al. Prophylactic use of levosimendan in pediatric patients undergoing cardiac surgery: a prospective randomized controlled trial. Crit Care. 2019;23:329. doi:10.1186/s13054-019-2704-2.
28. Lechner E, et al. Prevention of low cardiac output syndrome after pediatric cardiac surgery: a double-blind randomized clinical pilot study comparing dobutamine and milrinone. Pediatr Crit Care Med. 2018;19(7):643–651. doi:10.1097/PCC.0000000000001533.
29. Diao J, Alhabib KF, et al. Heart failure in children and adolescents: an update on diagnostic approaches and management. Front Pediatr. 2024;12:1364359. doi:10.3389/fped.2024.1364359.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.