

Pregledni članek / Review article

NOVOROJENČEK S PRIROJENO SRČNO NAPAKO

NEWBORN WITH CONGENITAL HEART DISEASE

P. Fister, J. Gržinić, A. Gubanc

*Klinični oddelek za neonatologijo, Pediatrična klinika,
Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana*

IZVLEČEK

Prirojene srčne napake (PSN) so najpogostejše prirojene nepravilnosti. Z zgodnjim prepoznavanjem novorojenčkov s kritično PSN bistveno izboljšamo izid zdravljenja in njihovo preživetje. Trije glavni klinični znaki novorojenčkov s PSN so centralna cianoza, tahipneja in zmanjšana perfuzija telesa. S preiskavami poskušamo razlikovati med PSN, pljučno boleznijo in vztrajajočo pljučno hipertenzijo. Opravimo laboratorijske preiskave krvi s plinsko analizo, na vseh štirih udih, izmerimo nasičenost arterijske krvi s kisikom in arterijski krvni tlak, posnamemo elektrokardiogram in rentgensko sliko prsnega koša, pediatrični kardiolog pa z ultrazvočno preiskavo srca dokončno postavi diagnozo PSN. Pri zdravljenju novorojenčka s PSN vzdržujemo dihalno pot, dihanje in krvni obtok ter skrbimo za primerno vrednost arterijskega krvnega tlaka in nasičenost arterijske krvi s kisikom, da sta sistemski in pljučni krvni obtok uravnotežena. Zdravstvena nega novorojenčka s PSN je intenzivna in kompleksna ter kot taka zahteva multidisciplinarno obravnavo, pri kateri sodelujejo zdravnik, medicinska sestra, dietetik, fizioterapevt in psiholog. Obravnavna novorojenčka s PSN zahteva celovit in individualen pristop zdravstvenega in negovalnega tima. Če ima novorojenček od Botallovega odvoda odvisno PSN, vzpostavimo krvni obtok z odprtjem Botallovega voda s pomočjo prostaglandina E1 (PGE-1). Medicinska sestra, ki skrbi za novorojenčka, zdravljenega s PGE-1, mora natančno in pogosto opazovati otrokovo vedenje ter meriti življenjske znake, da lahko dovolj zgodaj opazimo neželene učinke zdravljenja.

Ključne besede: prirojena srčna napaka, presejanje, pulzna oksimetrija, cianoza, dihalna stiska, zdravljenje, zdravstvena nega, prostaglandin E1.

ABSTRACT

Congenital heart defects (CHD) represent the most common group of congenital anomalies. Early diagnosis of critical CHD in newborns significantly improves treatment outcomes and survival. The three main

clinical signs of CHD in newborns are central cyanosis, tachypnoea and reduced tissue perfusion. With investigations, we try to differentiate between CHD, lung disease and persistent pulmonary hypertension. Blood tests with blood gas analysis are performed, arterial blood oxygen saturation and arterial blood pressure are measured in all four limbs, the electrocardiogram is recorded and a chest X-ray is taken. The paediatric cardiologist makes the definitive diagnosis of CHD with the heart ultrasound. While treating the newborn with CHD, the airway, breathing and circulation are maintained to provide a suitable arterial blood pressure and arterial blood oxygen saturation to enable balanced systemic and pulmonary circulations. Nursing care of a newborn with CHD is intensive and complex, requiring a multidisciplinary approach involving a physician, nurse, dietician, physiotherapist and psychologist. The newborn with CHD requires a comprehensive and individual approach by the medical and nursing team. If the newborn has ductal-dependent CHD, blood flow is established by opening the ductus using prostaglandin E1 (PGE-1). The nurses caring for the newborn treated with PGE-1 must carefully and frequently observe his behaviour and measure the vital signs so that side effects of treatment can be observed early enough.

Key words: congenital heart defects, screening, pulse oximetry, cyanosis, respiratory distress, treatment, healthcare, prostaglandin E1.

UVOD

Novorojenčki s prirojeno srčno napako (PSN) imajo strukturne napake srca in/ali velikih žil, ki so nastale v času razvoja zarodka. Če so napake relativno enostavne, novorojenčki nimajo kliničnih znakov bolezni in ne potrebujejo zdravljenja. Lahko pa so zapletene in ogrožajo življenje, zato je za preživetje potrebna operacija ali transkateterski postopek v novorojenčkovem obdobju ali kasneje v prvem letu življenja. Te napake so kritične PSN. PSN so najpogostejše prirojene napake, ki se pojavljajo pri 6–8 novorojenčkih izmed 1000 živorojenih novorojenčkov. Vsak četrti novorojenček s PSN ima kritično PSN. Primeri kritičnih PSN so PSN, pri katerih je za preživetje po rojstvu potreben odprt Botallov vod. Približno 10–15 % novorojenčkov s PSN ima kompleksno srčno hibo z več napakami, podoben delež novorojenčkov pa ima prirojene nepravilnosti drugih organov (1, 2).

PLODOV, PREHODNI IN NOVOROJENČKOV KRVNI OBTOK

Pred rojstvom je plodovo življenje odvisno od uteroplacentarne enote. Plodov krvni obtok omogoča

preživetje novorojenčkov z najhujšimi oblikami PSN. Znotrajsrčni in zunajsrčni spoji omogočajo prilagoditev plodovega krvnega obtoka nenormalni srčni anatomiji. Največ sprememb v krvnem obtoku, ki nastanejo pri prehodu iz znotrajmaterničnega življenja v zunajmaternično življenje, se zgodi v prvih minutah po rojstvu, dodatne prilagoditve pa se dogajajo v prvih tednih po rojstvu. Zapreta se dva spoja, ovalni foramen v srcu in Botallov vod med aorto in pljučno arterijo (3). Ta dva dogodka lahko ogrozita življenje novorojenčka s kritično PSN, ki je odvisna od Botallovega voda. Takrat lahko pride do hude hipoksemije v primeru obstrukcije pljučnega krvnega obtoka in do zmanjšane perfuzije vitalnih organov pri obstrukciji systemskega krvnega obtoka.

PRESEJALNE METODE ZA ODKRIVANJE PRIROJENIH SRČNIH NAPAK

Z zgodnjim prepoznavanjem novorojenčkov s kritično PSN bistveno izboljšamo izid zdravljenja in preživetje bolnih novorojenčkov (4, 5). Na nastanek PSN pri plodu vplivajo genetski dejavniki in dejavniki

okolja (6). Čeprav poznamo materine in družinske dejavnike tveganja za nastanek PSN pri plodu, se večina PSN pojavi pri novorojenčkih v družinah brez znanih dejavnikov tveganja za razvoj napake, kar naj bi povedali tudi staršem in jim tako odvzeli občutja krivde, s katerimi se pogosto soočajo. Za odkrivanje novorojenčkov s PSN izvajamo naslednje presejalne metode: prenatalno ultrazvočno preiskavo (UZ) srca med 18. in 20. tednom nosečnosti (7, 8), klinični pregled novorojenčka po rojstvu in merjenje nasičenosti arterijske krvi s kisikom s pulzno oksimetrijo.

Čeprav se število prenatalno ugotovljenih PSN povečuje, pa PSN pri znatnem delu novorojenčkov ugotovimo šele po rojstvu (9–11). Novorojenček s

PSN ima lahko po rojstvu izražene klinične znake, značilne za hudo PSN (Tabela 1) (9). Čas pojava kliničnih znakov PSN je odvisen od stopnje napake in hemodinamskih sprememb od plodovega preko prehodnega do novorojenčkovega krvnega obtoka. Če se znaki PSN pojavijo v prvih dneh po rojstvu, diagnozo postavimo v bolnišnici. Na ta način odkrijemo predvsem cianotične PSN (napake, pri katerih pride do pomodrelosti kože in sluznic). Pri novorojenčkih s PSN z obstrukcijo iztoka krvi iz leve strani srca pa diagnozo navadno postavimo po odpustu iz porodnišnice. Pri novorojenčkih brez znakov srčnega popuščanja včasih diagnosticiranje kritične PSN težavno, ker kljub hudi hipoksemiji številne PSN ne povzročajo vidne centralne cianoze (12).

*Tabela 1. Klinični znaki CORBIN, ki jih ugotovimo pri novorojenčkih s hudo prirojeno srčno napako.
Tabel 1. The CORBIN clinical signs, assessed in a child with a severe congenital heart defect.*

Akronim	Angleške besede	Klinični znaki
C	color of the skin	modra koža ali sluznice, marmorirana koža
O	oxygen	nizka nasičenost arterijske krvi s kisikom
R	rhythm	nenormalna frekvenca srca
B	breathing	oteženo ali hitro dihanje
I	increase in sweating	potenje, posebej na čelu
N	nursing	težko hranjenje novorojenčka

S pulzno oksimetrijo merimo nasičenost hemoglobina s kisikom v arterijski krvi. S presejanjem s pulzno oksimetrijo lahko ugotovimo klinično tiho hipoksemijo pri kritičnih PSN, saj je za kritične PSN značilno, da imajo novorojenčki najprej, še preden se izrazijo drugi klinični znaki PSN, znižano nasičenost arterijske krvi s kisikom. Idealno bi bilo, če bi nasičenost hemoglobina s kisikom izmerili hkrati na desni roki (pred Botallovim vodom – preduktalno) in na nogi (po odcepišču Botallovega voda – postduktalno). Vrednost $SpO_2 < 92\%$ in razlika SpO_2 med preduktalno in postduktalno izmerjeno vrednostjo, ki je večja od 10 %, nakazujeta, da ima novorojenček verjetno od Botallovega voda odvisno PSN.

V številnih državah kot presejalno metodo za kritične PSN uporabljajo pulzno oksimetrijo, ki ima za ugotavljanje kritičnih PSN zelo visoko specifičnost (99,9 %) in zmerno občutljivost (70 %). Lažno pozitivna napovedna vrednost je zelo nizka (0,035 %), kadar presejanje opravljamo po 24 urah starosti (13, 14). Čeprav je pulzna oksimetrija zanesljivo presejalno orodje, lahko zgrešimo napake, ki povzročajo obstrukcijo sistemskega krvnega obtoka. Zgodi se namreč lahko, da pri novorojenčku na vseh stopnjah presejanja ne ugotovimo kritične PSN in ga odpustimo v domačo oskrbo, kjer lahko pride do življenjsko ogrožujočega poslabšanja kliničnega stanja.

OBRAVNAVA NOVOROJENČKA S PRIROJENO SRČNO NAPAKO

Anamneza

Večina novorojenčkov s kritično PSN ima normalen potek prehoda v zunajmaternično življenje in prazno perinatalno anamnezo. Za PSN je značilna odsotnost pomembne klinične informacije, na podlagi katere razmišljamo o diferencialni diagnozi poslabšanja novorojenčkovega kliničnega stanja. Tako imajo npr. novorojenčki s totalnim anomalnim pljučnim venskim vtokom v prvih 24 urah življenja vidno dihalno stisko in cianozo. Dihalna stiska je pogost znak bolezni novorojenčkov in ima številne vzroke. Večino vzrokov dihalne stiske razkrijemo z anamnezo: nedonošenčki imajo dihalno stisko zaradi pomanjkanja surfaktanta, novorojenčki z dihalno stisko zaradi zgodnje invazivne bakterijske okužbe pa imajo v anamnezi podatek o podaljšanem razpoku ali vnetju plodovih ovojev ali pozitivnem materinem vaginalnem brisu na streptokok skupine B. V teh primerih lahko na podlagi anamnestičnih podatkov sklepamo na vzrok dihalne stiske. V od-

sotnosti tovrstnih anamnestičnih podatkov pa je bolj verjetno, da je vzrok poslabšanja kliničnega stanja novorojenčka PSN. Novorojenčki s cianotično PSN imajo cianozo ali cianotične napade (Tabela 2). Napake z obstrukcijo v pljučnem krvnem obtoku ali napake, pri katerih je zmanjšano mešanje krvi med sistemskim in pljučnim krvnim obtokom, se kažejo v prvih dneh po rojstvu. Cianoza je lahko najprej prisotna samo med jokanjem ali hranjenjem, ko se Botallov vod dokončno zapre, pa postane bolj izražena in trajna. Novorojenčki z obstrukcijo izтока krvi iz levega prekata imajo zvišano frekvenco dihanja, so razdražljivi in se vse težje hranijo. Pri njih postavimo diagnozo PSN v prvih dveh tednih po rojstvu. Novorojenčki z velikimi levo-desnimi spoji imajo znake srčnega popuščanja (hitro dihanje, potenje, težave s hranjenjem). Starši novorojenčkov s PSN navajajo, da se novorojenček dolgo časa hrani, da med hranjenjem zaspi, hitro diha ali se utruji. Zmanjšana perfuzija perifernih tkiv in povečana poraba energije pustita malo energije za hranjenje in jok. Novorojenčki s PSN lahko spijo več časa kot drugi novorojenčki. Omenjeni znaki so sprva subtilni in se pojavijo med 4. in 6. tednom starosti, sčasoma pa postajajo vse bolj opazni (15).

Tabela 2. Stanja, ki povzročajo cianotične napade pri novorojenčku.

Tabel 2. Cyanotic spells causing states in the newborn.

1.	sepsa/pljučnica
2.	hipoglikemija (krvni sladkor <2,6 mmol/l)
3.	hipotermija
4.	gastroezofagealni refluks
5.	zapora dihalne poti
6.	prirojena srčna napaka
7.	vztrajajoča pljučna hipertenzija
8.	znotrajlobanjska krvavitev
9.	apneja, krči
10.	učinki zdravil, ki jih je prejela mati za sedacijo
11.	hipermagnezemija
12.	prirojene napake presnove

Osnovni življenjski znaki

Tahikardija pri novorojenčkih s PSN (normalna srčna frekvenca je 120–160 utripov/minuto) lahko odseva zmanjšano delovanje prekata. Povečano frekvenco dihanja (normalna frekvenca dihanja je 40–60 vdihov/minuto) lahko povzročijo pljučni edem, povečan pljučni krvni obtok ali presnovna acidoza.

Primerno visoka vrednost arterijskega krvnega tlaka zagotavlja primeren krvni obtok po telesu do organov in tkiv. Hipotenzija je alarmanten znak, ki nakazuje slabšanje delovanja srca in s tem zmanjšan minutni volumen srca. V začetku slabšanja delovanja srca pride do periferne vazokonstrikcije in slabe perfuzije, ki nekaj časa vzdržujeta normalno vrednost osrednjega krvnega tlaka na škodo perfuzije perifernih organov. Tako je redno merjenje arterijskega krvnega tlaka poleg kapilarnega povratka in perifernih utripov bistveno za spremljanje kliničnega stanja novorojenčka s PSN (16–18). Arterijski krvni tlak moramo meriti s primerno veliko in široko manšeto na primernem mestu. Izmerimo ga na vseh štirih udih. Normalno je izmerjen arterijski krvni tlak na nogah nekoliko višji kot na rokah. Razlika med arterijskim krvnim tlakom, večja od 10–20 mmHg med desno roko (preduktalno) in nogama (postduktalno), lahko nakazuje zožitev aorte (koarktacija aorte ali prekinitve aortnega loka). Podobno so normalno s pulzno oksimetrijo izmerjene preduktalne in postduktalne vrednosti nasičenosti hemoglobina s kisikom >95 %. Nizka (<95 %) preduktalna ali postduktalna nasičenost hemoglobina s kisikom lahko nakazuje cianotično PSN (15).

Splošni klinični pregled

Novorojenčku po rojstvu izmerimo telesno težo, telesno dolžino in obseg glave ter vrednosti primerjamo s krivuljami porodnih mer za novorojenčkovo nosečnostno starost in spol. Nekateri novorojenčki s PSN imajo ob rojstvu majhen obseg glave. Pri no-

vorojenčkih s kongestivnim srčnim popuščanjem s primerjavo trenutne in porodne teže ugotovimo neprimerno pridobivanje telesne teže. Pri novorojenčkih s PSN ugotavljamo večjo hitrost presnove, ob hitrem dihanju in utrujanju pa je vnos ponavadi nezadosten, zato slabo pridobivajo telesno težo. V tem primeru hranjenje olajšamo s hranjenjem po steklenički ali želodčni sondi, mleko pa energijsko obogatimo.

PSN je pogosto posledica genetske nepravilnosti, ki jo lahko prepoznamo po kliničnih znakih, ki nakazujejo kromosomsko nepravilnost ali sindrom (6). Hipoksemijo s centralno cianozo najbolje prepoznamo na ustni sluznici, ustnicah in jeziku. Hladni udi, slabo tipljivi utripi, marmorirana koža in podaljšani kapilarni povratek (>3 sekunde) nakazujejo majhen minutni volumen srca in zmanjšano sistemsko perfuzijo (19). Slabo tipne periferne utripe ugotavljamo pri zmanjšanem delovanju prekatov. Razlika v tipljivosti utripov in krvnega tlaka, merjenega na rokah in nogah, nakazuje koarktacija aorte ali prekinitve aortnega loka, distalno od odcepišča leve podključnične arterije. Zmanjšana perfuzija ledvic povzroči zmanjšano hitrost glomerulne filtracije v ledvicah in posledično oligurijo. Organizem za vzdrževanje znotrajžilne tekočine vzpostavi kompenzatorne mehanizme: vazokonstrikcijo ter zadrževanje vode in natrija, kar klinično opazimo kot prehitro pridobivanje telesne teže ter oteklost obraza, hrbtišča rok in nog in spolovila (edemi). Kongestivno srčno popuščanje povzroči hitrejšo presnovo in povečano delovanje avtonomnega živčnega sistema, ki se kaže s potenjem (20).

Trije glavni klinični znaki, ki jih opazimo pri novorojenčku s PSN, so centralna cianoza, zmanjšana perfuzija telesa in tahipneja (9). Glavni klinični znak je odvisen od tipa PSN. Cianoza je modro obarvanje kože in sluznic in jo opazimo, če je v mikrožilju prisotno vsaj 3–5 g/dl deoksihemoglobina. Na opaznost cianoze vplivajo vrednost hematokrita, pigmentacija kože, koncentracija fetalnega hemoglobina in stanja, ki vplivajo na disociacijsko

krivuljo hemoglobina. Centralna cianoza nakazuje hipoksemijo, ki nastane 1) zaradi zmanjšane delnega tlaka kisika v pljučni venski krvi in v aorti ter 2) zaradi zunaj pljučnega desno-levega spoja sistemske venske krvi z nizkim delnim tlakom kisika v sistemski arterijski krvni obtok. Cianoza je eden najpogostejših znakov PSN. Večina novorojenčkov s cianozo zaradi PSN navadno nima znakov dihalne stiske. Poleg srčnih bolezni lahko cianozo povzročajo tudi nesrčne bolezni, največkrat pljučne, redkeje bolezni hemoglobina (21). Značilno je, da se pri PSN nasičenost arterijske krvi s kisikom po dodatku kisika v vdihan zrak praktično ne spremeni, pri cianozi zaradi pljučne bolezni pa se poveča (22).

Cianoza, ki jo opazimo samo periferno (nohti, roke in noge), je periferna cianoza. Počasen periferni krvni obtok je povezan s hipotermijo, nestabilnostjo žilja ali policitemijo, saj tkiva ekstrahirajo več kisika, kar se odraža z višjimi vrednostmi dioksihemoglobina v mikrocirkulaciji. Pri periferni cianozi sta delni tlak kisika in nasičenost hemoglobina v sistemskem krvnem obtoku normalna. Periferna cianoza je pri novorojenčkih pogost pojav in ni nevarna, razen če je znak šokovnega stanja (15).

Specialni klinični pregled

Pri kliničnem pregledu prsnega koša ugotovimo simetričnost prsnega koša in možno vdrstost ali izbočenje katerega od predelov prsnega koša. Vidimo lahko tudi hitro gibanje dela prekordija, ki ga povzroča gibanje srca v srčnem ciklu, kar imenujemo hiperdinamičen prekordij. S poslušanjem ocenimo ritmičnost in hitrost bitja srca ter ocenjujemo srčne tone in šume. Šumi nad srcem so lahko posledica strukturnih nepravilnosti srca, pogosto pa so povsem nedolžni in nimajo kliničnega pomena. Pri novorojenčku so pogosti nedolžni šumi, ki so mehkejši ter se pojavljajo v sistoli in nimajo spremljajočih znakov srčne bolezni. Diastolni šumi navadno niso nedolžni. Odsotnost šuma ne pomeni, da novorojenček nima PSN. Patološki srčni šumi pri novoro-

jenčku se pojavljajo v značilni starosti: šumi, ki so posledica zožitve ali regurgitacije zaklopk, se slišijo kmalu po rojstvu, medtem ko se šumi zaradi levo-desnih spojev pojavijo po prvih dneh po rojstvu do drugega ali četrtega tedna starosti. Opazujemo frekvenco dihanja, dihalni napor ter poslušamo dihalne zvoke in prisotnost dodatnih slišnih fenomenov. Pri novorojenčkih z levo-desnimi spoji in povečanim pretokom v pljučnem krvnem obtoku ugotavljamo tahipnejo in povečano dihalno delo. Večina novorojenčkov s cianotično PSN ima ob nizki nasičenosti hemoglobina s kisikom normalno izraženo dihalno delo. Normalen avskultatorni pljučni pregled v prisotnosti cianoze močno nakazuje prisotnost PSN.

S tipanjem ocenimo položaj in velikost jeter. Pri obrnjenem položaju organov so jetra pod levim rebrom lokom. Hepatomegalija nakazuje kongestijo jeter in slabo delovanje ali volumsko preobremenitev desnega prekata ter se odraža s povišanim tlakom v desnem preddvoru, osrednjem venskem sistemu in jetrnem krvnem sistemu. Poslušamo prisotnost peristaltike, ki je pri hipoksiji črevesa zmanjšana ali odsotna. Pri novorojenčki z arteriovensko nepravilnostjo v jetrih in srčno odpovedjo zaradi velikega minutnega volumna srca lako nad jetri slišimo šum (15, 20).

PREISKAVE PRI NOVOROJENČKU S PRIROJENO SRČNO NAPAKO

Opravimo laboratorijske preiskave krvi s plinsko analizo, na vseh štirih udih izmerimo nasičenost arterijske krvi s kisikom in arterijski krvni tlak ter posnamemo elektrokardiogram in rentgensko sliko prsnega koša, pediatrični kardiolog pa z ultrazvokom srca dokončno postavi diagnozo PSN.

Pri novorojenčku s sumom na PSN odvzamemo kri za določitev celotne krvne slike, ionogram, oceno elektrolitnih in ledvičnih nenormalnosti in plinsko analizo arterijske krvi z laktatom, da ocenimo izmenjavo plinov in prisotnost laktatne acidoze. Ane-

mija pri novorojenčku s PSN zmanjša zmogljivost arterijske krvi za prenos kisika do tkiv, poveča srčni napor in poslabša hipoksemijo. Levkocitoza je lahko prvi znak možne bakterijske okužbe pri novorojenčku s PSN. Hipoglikemija je lahko posledica zmanjšane energijskega vnosa zaradi težav s hranjenjem, genetskih napak, ki so povezane s PSN, ali neželenih učinkov zdravil. Pomembno je, da pri novorojenčku s PSN vzdržujemo normoglikemijo. Zdravljenje novorojenčkov s PSN z diuretiki lahko povzroči elektrolitske nenormalnosti. Ob zmanjšanem minutnem volumnu srca lahko zmanjšana perfuzija ledvic povzroči njihovo zmanjšano delovanje. V primeru zmanjšane perfuzije perifernih organov se v tkivih ob anaerobni presnovi tvori mlečna kislina (23). Delni tlak ogljikovega dioksida v arterijski krvi je pri novorojenčkih s PSN, ki nimajo pridružene primarne bolezni pljuč, navadno normalen (24, 25). Pri kongestivnem popuščanju srca in zmanjšanem minutnem volumnu srca se pojavi presnovna acidoza. Z rednim preverjanjem plinske analize lahko spremljamo minutni volumen srca in periferno perfuzijo tkiv. Hiperoksični test služi za razlikovanje med hipoksemijo zaradi strukturne srčne napake in hipoksemijo zaradi pljučne bolezni. Test poteka tako, da odvzamemo kri za plinsko analizo v izhodiščnem stanju in 15 minut po izpostavitvi novorojenčka 100-odstotnemu kisiku v vdihanem zraku. Pri novorojenčkih s strukturno PSN ne ugotavljamo porasta delnega tlaka kisika po izpostavitvi 100-odstotnemu kisiku.

Pri novorojenčkih s PSN slikamo prsni koš z rentgenskimi žarki v frontalni in stranski projekciji. Nekatere PSN imajo značilno rentgensko sliko prsnega koša, medtem ko je lahko rentgenska slika normalna tudi v primeru življenja ogrožajoče PSN. Ocenjujemo položaj srca v prsnem košu, položaj trebušnih organov, velikost srca in pljučno žilje. Zaradi prisotnosti timusa je včasih ocenjevanje velikosti srca težavno. V primeru povečanja srca zaradi

hipertrofije ali razširitve srčne mišice na rentgenski sliki vidimo kardiomegalijo. Poleg srca ocenjujemo tudi polnjenost pljučnih žil ter pljučni edem (26). Z računalniško tomografijo (CT) lahko zelo natančno prostorsko opredelimo srčno in pljučno anatomijo (27). Z magnetnoresonančnim slikanjem (MRI) lažje opredelimo zunajsrčne nepravilnosti žilja, npr. nepravilnosti aortnega loka, žilne obroče in pljučne arteriovenske nepravilnosti, ter delovanje srca (28, 29). Prednost MRI pred CT je, da novorojenčka ne izpostavljamo sevanju rentgenskih žarkov. je pa preiskava v primerjavi s CT znatno daljša in dražja.

Elektrokardiografija (EKG) je zelo uporabna pri ocenjevanju motenj ritma, manj pa pri diagnosticiranju PSN. Pri nekaterih oblikah PSN 12-kanalni elektrokardiogram pokaže tipične značilnosti PSN. Normalen EKG ne izključuje prisotnosti hude PSN. Nekatere PSN so povezane z nenormalnim razvojem prevodnega sistema v srcu (26). Ko pomislimo, da ima novorojenček PSN, o tem obvestimo pediatričnega kardiologa, ki opravi klinični pregled in ultrazvočno preiskavo (UZ) srca. UZ srca je preiskava, s katero dokončno potrdimo diagnozo strukturna PSN. Novorojenčkov prsni koš ima odlična ehokardiografska okna za prikaz srčnih struktur in velikih žil. Z dvodimenzionalnim UZ prikazemo anatomijo srca in ocenimo tlake, gradiente in delovanje srca ter meritve opravimo še z dopplerskim in barvnim dopplerskim UZ (30).

S spektroskopijo v bližini infrardečega spektra (angl. *near-infrared spectroscopy*, NIRS) neinvazivno in neprekinjeno spremljamo tkivno oksigenacijo različnih organov, npr. možganov, ledvic in črevesa. Z NIRS lahko sklepamo o hemodinamiki pri kritično bolnih otrocih (31, 32). Zmanjševanje vrednosti rSO₂ je lahko zgodnji kazalnik zmanjšane minutnega volumna srca, preden opazimo druge klinične znake zmanjšane perfuzije. Posebej je poveden pri zapori iztoka iz levega prekata (33, 34).

STABILIZACIJA NOVOROJENČKA S PRIROJENO SRČNO NAPAKO

Pri novorojenčku z znaki pljučne ali srčne bolezni ocenimo dihalno pot, dihanje in krvni obtok (ABC). Pri novorojenčkih s hudo hipoksijo in povečanim dihalnim delom lahko izmenjavo plinov izboljšamo z intubacijo in umetnim predihavanjem. Če ima novorojenček od Botallovega odvoda odvisno PSN, krvni obtok vzpostavimo z odprtjem Botallovega voda s prostaglandinom E1 (PGE-1). Pri novorojenčkih s kardiogenim šokom zdravimo hipovolemijo z intravenskim dodajanjem tekočin in kardiotoničnimi zdravili. Skrbimo za vzdrževanje normoglikemije in normokalcemije, nato pa poskrbimo za zgodnji transport novorojenčka v terciarni center.

POSEBNOSTI ZDRAVSTVENE NEGE PRI NOVOROJENČKU S PRIROJENO SRČNO NAPAKO

Zdravstvena nega novorojenčka s PSN je zahtevna in intenzivna, zato zdravstveni in negovalni tim skupaj načrtujeta dejavnosti zdravstvene nege. Pri obravnavi sodelujejo zdravnik, medicinska sestra, dietetik, fizioterapevt in psiholog. Priprava na sprejem novorojenčka s PSN se začne s pripravo posteljne enote, ki mora vsebovati ogrevano ležišče, temperaturno sondo, aspirator, izvor kisika, balon za ročno predihavanje, monitor in infuzijske črpalke. Medicinska sestra pri novorojenčku s PSN redno opazuje vedenjske spremembe in meri fiziološke kazalnike ter jih sproti beleži (na dve uri ali pogosteje), hkrati pa načrtuje in izvaja tudi zdravstveno nego. Medicinska sestra opazuje novorojenčkovo dihanje, ga hrani, meri izločanje urina in blata, opazuje gibanje, skrbi za primerno lego, spanje in počitek ter ga oblači in s tem skrbi za vzdrževanje telesne temperature. Novorojenčka obravnava celostno, ga čisti in neguje ter preprečuje in lajša bolečino, ki je lahko

prisotna ob poslabšanju zdravstvenega stanja. Skrbi za izogibanje nevarnostim iz okolja ter izvaja zdravstveno vzgojo staršev novorojenčka s PSN (Tabela 3). Z opazovanjem vedenjskih sprememb in merjenjem fizioloških kazalnikov lahko stalno spremlja novorojenčkovo zdravstveno stanje in pravočasno prepozna znake poslabšanja ter o tem obvesti zdravnika. Celovita individualizirana zdravstvena nega novorojenčka s PSN zahteva dobro sodelovanje zdravstvenega in negovalnega tima, ki skupaj izobražujeta starše novorojenčka in jih tako postopno vključujeta v proces zdravstvene nege (35).

ZDRAVSTVENA NEGA NOVOROJENČKA, ZDRAVLJENEGA S PROSTAGLANDINOM E1

PGE-1 sprošča gladke mišice žilja; tako deluje kot vazodilatator ter hkrati inhibira agregacijo trombocitov in spodbuja gladke mišice prebavil in maternice. Gladke mišice v Botallovem vodu pod vplivom PGE-1 popustijo. Ko posumimo, da ima novorojenček od Botallovega voda odvisno PSN, pod skrbnim nadzorom zdravnika in medicinske sestre uvedemo zdravljenje s PGE-1. Zaradi zelo hitre presnove moramo PGE-1 dajati v stalni intravenski infuziji. Največji učinek pri cianotičnih PSN navadno nastopi po 30 minutah, pri acianotičnih PSN pa po nekaj urah (20). Ponovno odprte Botallovega voda izboljša nasičenost arterijske krvi s kisikom pri novorojenčkih, ki imajo od Botallovega voda odvisen pljučni ali sistemski krvni obtok. PGE-1 uporabljamo samo v bolnišnicah in v spremstvu zdravnika med prevozom novorojenčkov v intenzivno enoto (36). Izjemoma lahko začnemo z infuzijo PGE-1 v porodnišnici ob jasni indikaciji ter ob prisotnosti izkušenega neonatologa ali anesteziologa. Ker PGE-1 povzroča dihalne premore (apneje), ga dajemo le, če imamo možnost takojšnjega umetnega predihavanja in intenzivnega zdravljenja.

Tabela 3. Zdravstvena nega novorojenčka s PSN ob upoštevanju osnovnih življenjskih aktivnosti po V. Henderson.
 Tabel 3. Health care of the newborn with a CHD based on basic life functions according to V. Henderson.

Življenjska aktivnost, pri- meti negovalne diagnoze	Ugotavljanje potrebe	Cilj	Načrt	Izvajanje zdravstvene nege	Evalvacija
1. Prehranjevanje in pitje					
Negovalna diagnoza: motnje hranjenja zaradi PSN, ki se kažejo s polivanjem mleka in pokashijevanjem med hranjenjem.	Opazovanje usklajenosti sesanja, dihanja in požiranja ter prisotnosti polivanja, bruhanja ali utrujanja pri hranjenju oz. odklanjanja hrane.	1. Otroku bo naslednji obrok pojedel brez motenj hranjenja. 2. Dnevno pridobivanje telesne teže bo primerno zdravstvenemu stanju (20–30 g dnevno).	1. Mimo okolje, predvsem med hranjenjem, hranjenje v naročju v polsedecem položaju, med hranjenjem podpora bradice in premor med sesanjem (5–7 sesajev, nato premor). 2. Beleženje zaužite hrane, bilanca izločenih tekočin, dnevno tehtanje, energijsko obogatena hrana, vstavitve želodčne cevke ali uvedba paranteralne prehrane po naročilu zdravnika, primeren položaj med hranjenjem, ustrezno okolje (mir).	Otrok je hranjen po navodilih in popije obrok brez motenj hranjenja. Hranjenje v mirnem okolju, s podporo bradice in premore, med sesanjem, beležimo bilanco tekočin, otrok je pridobil 30 g.*	Hranjenje je brez motenj in otrok pridobiva telesno težo.
2. Spanje in počitek					
Negovalna diagnoza: motnje spanja zaradi pogostih intervencij, ki se kažejo s slabo organizacijo stanja in čujčnosti.	Analiza dokumentacije in opazovanje stanja čujčnosti, prekomernega spanja, pogostega zbujanja iz spanja, nemira in joka ter ocena bolečine.	Otroku bomo v času hospitalizacije omogočili nemoteno spanje vsaj dve uri v posameznem ciklu.	Ustrezno okolje (mir in tišina, medla svetloba), ukrepe bomo usklajili in prilagodili otrokovim možnostim in ritmu spanja, na tri ure ocenjevanje (in lajšanje) bolečine po izbrani lestvici (N-PASS/NIPS).	Negovalni in medicinski ukrepi so predhodno dogovorjeni in jih izvajamo v času budnosti; otrok je v izolirni sobi, bolečina je ocenjena.*	Otroku je omogočeno nemoteno spanje.
3. Vzdrževanje telesne temperature					
Negovalna diagnoza: slabše vzdrževanje telesne temperature zaradi PSN, ki se kaže s hladno, vlažno kožo in nižjo telesno temperaturo.	Opazovanje znojenja, tipanje toplote udov.	Telesna temperatura bo v času hospitalizacije primerna.	Spremljanje telesne temperature na tri ure (želena temperatura je 36,2–37,0 °C), primerena temperatura prostora, ustrezna oblačila, odeje, grelec, ustrezna tekočinska bilanca, preoblačenje pri potenju, ogrevano ležišče.	Telesna temperatura, merjena na tri ure, enkrat izmerjena nižja temperatura od želene – otroku obležemo dodatno majčko, ob ponovni kontroli je temperatura ustrezna.*	Otrok ima primerno telesno temperaturo.
4. Dihanje					
Negovalna diagnoza: mo-žnost neučinkovitega dihanja zaradi PSN.	Opazovanje znakov dihalne stiske, ritma načina in globine dihanja, barve kože in sluznic, stokanja.	Dihanje bo v času hospitalizacije učinkovito in brez napora.	Hrbtni oz. bočni fiziološki položaj otroka, oblačila, ki omogočajo opazovanje dihanja, izvajanje meritev dihanja in SaO ₂ ter menjava položaja na tri ure, primerni temperatura in vlažnost prostora, preprečevanje kapljičnih okužb.	Otrok ima primerno oblačila in ustrezen položaj, izvajamo meritve in merjamo položaj na tri ure, temperatura in vlaga prostora sta primerni.*	Dihanje je učinkovito in brez napora.

Življenjska aktivnost, pri- meri negovalne diagnoze	Ugotavljanje potreb	Cilj	Načrt	Izvajanje zdravstvene nege	Evalvacija
5. Odvajanje, izločanje	Negovalna diagnoza: mo- žnost zastoja tekočine v telesu zaradi PSN.	Opazovanje barve, kon- sistence, vonja, količine blata, primesi (kri!) v blatu, napetosti trebu- ha; opazovanje urina (videz, barva, količina), edemi telesa (oči, roke, noge, hrbet).	V času hospitali- zacije ne bo prišlo do zastoja tekočin oz. bomo zastoj pravočasno zaznali.	Natančno spremljanje in merjenje odvajanja blata in urina: odvajanje blata enkrat dnevno, pomoč pri odvajanju blata (nežno masiranje trebuh), po naročilu zdravnika uvedba čre- vesne cevke oz. klizme in tehtanje plenic ter zadosten vnos tekočin.	Otrok je odvajal blato, Ni zastoja te- kočin v telesu, otrok primerno odvaja blato in urin.
6. Gibanje in ustreza lega	Negovalna diagnoza: mo- žnost razjed zaradi priti- ska kot posledica slabše prekrvavitve in zmanjšane spontanega gibanja.	Opazovanje spontanega gibanja, lege, položaja telesa in sprememb na koži.	V času hospitaliza- cije bodo prepre- čene razjede zaradi pritisaka.	Menjava položaja otroka na 2-3 ure (ob po- slabšanju priporočena lega na desnem boku), uporaba podpornih blazin, ležišče bo brez strižnih sil, oblačila bodo mehka in brez gub, pestovanje (po presoji zdravstvenega stanja), sicer minimalno rokovanje.	Otrok je v ustreznem po- ložaju in nima razjed zaradi pritisaka.
7. Oblačenje	Negovalna diagnoza: mo- žnost neustreznih oblačil zaradi pogostega potenja.	Opazovanje znojenja in stresnega vedenja.	Otrok bo v času hospitalizacije pri- merno obleden.	Bombažna oblačila, ki jih lahko enostavno oblečemo, da otroka dodatno ne obremenju- jemo, in ki omogočajo opazovanje dihanja in dostop ob poslabšanju zdravstvenega stanja. Po potrebi pogostejše preoblačenje. Merjenje telesne temperature na tri ure.	Novorojenček se je enkrat prepotil, preoblekli smo ga v suha bombažna oblačila. *
8. Čistoča in nega telesa	Negovalna diagnoza: mo- žnost kožnih sprememb zaradi slabše periferne prekrvavitve in potenja.	Opazovanje in pregled kožnih sprememb, ustne sluznice in krtičnih predelov – predvsem kožnih gub.	V času hospitaliza- cije bo koža čista in nepoškodovana, morebitne spre- membe bodo pra- vočasno opazene.	Enkrat dnevno kopanje otroka (oz. umivanje v postelji), koža bo suha in čista, zmanjšana bo možnost okužb in razjed zaradi pritisaka, anogenitalna nega ob previjanju in preoblače- nje ob potenju.	Otrok ima čisto in ne- govano kožo, anogenitalni predel je zašči- ten s hladilnim mazilom. zaradi rdečine okoli za- dajnika. *

Življenjska aktivnost, pri- meri negovalne diagnoze	Ugotavljanje potreb	Cilj	Načrt	Izvajanje zdravstvene nege	Evalvacija	
9. Izogibanje nevarnostim v okolju	Negovalna diagnoza: mo- žnost napak in poškodb zaradi pomanjkanja osebja in preobremenjenosti.	Pregled dokumentacije in opazovanje: preso- ja možnosti poškodb, okužb, posledic napač- nega dajanja zdravil ter ocena nevarnosti padcev.	V času hospitaliza- cije bo bolnišnično okolje za otroka varno.	Razporeditev dela tako, da bo medicinska sestra imela čas za otroka: tako bo zmanjšana možnost poškodb, okužb, napak; preverja- nje in upoštevanje pravila 10 P pri dajanju zdravil, preverjanje namestitve identifikacij- ske zapestnice, nadzor nad posteljno ograjo, nadzor nad tujki (sonde, žilni pristopi ipd.), upoštevanje standardov, uporaba zaščitnih sredstev, omejevanje obiskov, primerna obutev zaposlenih in suha tla.	Navodila so v celoti upo- števana, otrok je varno obravnava.	Do napak ni prišlo, otrok ni poškodovan.

*Opazovanja in posege beležimo v negovalni dokumentaciji.

Pred začetkom dajanja PGE-1 novorojenčka priklju-
čimo na monitor za spremljanje življenjskih funkcij.
Prvo uro zdravljenja jih merimo in beležimo na 15
minut. Spremljamo frekvenco dihanja, srčni utrip,
nasičenost arterijske krvi s kisikom, telesno tem-
peraturo, krvni tlak in bolečino. Če so stabilne, jih
kasneje merimo vsako uro. Diurezo merimo z urin-
skim katetrom, vrečko ali tehtanjem plenice. Pred
zdravljenjem odvzamemo kri za določitev izhodišč-
nih vrednosti plinske analize, ionograma, ledvičnih
retentov in krvnega sladkorja. Odvzem ponovimo
po prvih 30 minutah infuzije PGE-1 (20).

Medicinska sestra je pri novorojenčku, ki ga zdravi-
mo s PGE-1, pozorna na njegovi obnašanje in odzi-
vanje (razdražljivost, občutljivost na dotik), motnje
dihanja s hipoventilacijo, premore dihanja ali apne-
je, motnje srčnega ritma, telesno temperaturo (hi-
pertonijska ali hipotermijska), tremor, krče, krvavitve,
količino in barvo urina, količino in konsistenco bla-
ta (driska), kri na blatu, sluz, znake sepse ali perito-
nitisa, potenje in spremembe barve kože in sluznic
(rdeča, cianotična, bleda, marmorirana).

Apneja, ki nastopi pri približno 10–12 % novoro-
jenčkov s PSN, je najpogostejša v prvi uri zdra-
vljenja in pri novorojenčkih z manjšo porodno težo
<2000 g. Povečana telesna temperatura ni indika-
cija za prekinitve zdravljenja s PGE-1. Zaradi ne-
želenih pojavov zdravljenje s PGE-1 izvajamo čim
krajši čas in v najmanjšem učinkovitem odmerku
zdravila. **Pogosti neželeni pojavi** so apneja, hi-
potenzija, vročina, levkocitoza, kožna rdečina in
bradikardija. Ob dolgotrajnem zdravljenju se lahko
pojavi hipokalemija, zapora želodčnega izhoda in
reverzibilna proliferacija kortikalnih delov dolgih
kosti. **Manj pogosti neželeni pojavi** so krči, hipo-
ventilacija, tahikardija, srčni zastoj, edemi, sepsa,
driska in diseminirana intravaskularna koagulacija.
Redki neželeni pojavi so urtikarija, bronhospazem,
krvavitve, hipoglikemija in hipokalcemija. PGE-1
ne uporabljamo pri popolnem anomalnem venskem
vtoku z obstrukcijo in pri novorojenčkih s krči (37,
38).

Znaki prekomernega odmerjanja PGE-1 so apneje, bradikardija, povišana telesna temperatura, hipotenzija in rdečina kože. Če se pojavijo apneje in bradikardija, infuzijo prekinemo, o tem obvestimo zdravnika in ustrezno ukrepamo. Po nadaljevanju infuzije PGE-1 novorojenčka skrbno spremljamo. Ob pojavu pojavita zvišane telesne temperature ali hipotenzije upočasnimo hitrost intravenske infuzije, dokler težave ne izginejo. Učinki PGE-1 po prekinitvi infuzije hitro prenehajo (38).

ZAKLJUČEK

Rojstvo novorojenčka s PSN je za starše slaba novica in soočanje terja obdobja žalosti, jeze, izpraševanja, obtoževanja in sprejemanja. Obravnava novorojenčka s PSN je tudi za zdravstveni tim velik izziv, v začetku diagnostični, kasneje pa terapevtski. Samo z dobrim sodelovanjem zdravstvenega in negovalnega tima lahko za novorojenčke s PSN kakovostno skrbimo in jih zdravimo.

LITERATURA

- Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1890-900.
- Song MS, Hu A, Dyamenahalli U, Dyamenahalli U, Chitayat D, Winsor EJ et al. Extracardiac lesions and chromosomal abnormalities associated with major fetal heart defects: comparison of intrauterine, postnatal and post-mortem diagnoses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 552-9.
- Finnemore A, Groves A. Physiology of the fetal and transitional circulation. *Semin Fetal Neonatal Med* 2015; 20: 210-6.
- Azhibekov T, Noori S, Soleymani S, Seri I. Transitional cardiovascular physiology and comprehensive hemodynamic monitoring in the neonate: relevance to research and clinical care. *Semin Fetal Neonatal Med* 2014; 19: 45-53.
- Morris SA, Ethen MK, Penny DJ, Canfield MA, Minard CG, Fixler DE et al. Prenatal diagnosis, birth location, surgical center, and neonatal mortality in infants with hypoplastic left heart syndrome. *Circulation* 2014; 129: 285-92.
- Ware SM, Jefferies JL. New Genetic Insights into Congenital Heart Disease. *J Clin Exp Cardiol* 2012; S8.
- Moon-Grady A, Shahanavaz S, Brook M, Rodriguez H, Hornberger LK. Can a complete fetal echocardiogram be performed at 12 to 16 weeks' gestation? *J Am Soc Echocardiogr* 2012; 25: 1342-52.
- Marek J, Tomek V, Skovránek J, Povysilová V, Samánek M. Prenatal ultrasound screening of congenital heart disease in an unselected national population: a 21-year experience. *Heart* 2011; 97: 124-30.
- Wren C, Reinhardt Z, Khawaja K. Twenty-year trends in diagnosis of life-threatening neonatal cardiovascular malformations. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2008; 93: F33-5.
- Pinto NM, Keenan HT, Minich LL, Puchalski MD, Heywood M, Botto LD. Barriers to prenatal detection of congenital heart disease: a population-based study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 40: 418-25.
- Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, et al. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2014; 129: 2183-242.
- Martin GR, Beekman RH, Mikula EB, Fasules J, Garg LF, Kemper AR et al. Implementing recommended screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics* 2013; 132: e185-92.
- Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R et al. Role of pulse oximetry in examining newborns for

- congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American Academy of Pediatrics. *Circulation* 2009; 120: 447-58.
14. Mahle WT, Martin GR, Beekman RH, Morrow WR, Committee SoCaCSE. Endorsement of Health and Human Services recommendation for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics* 2012; 129: 190-2.
 15. Krishnamurthy G RV, Levasseur S, Rubenstein SD. Congenital heart disease in the newborn period. In: Polin RA, Yoder MC, editor. *Workbook in practical neonatology*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015: 244-69.
 16. Batton B, Li L, Newman NS, Das A, Watterberg KL, Yoder BA et al. Early blood pressure, antihypotensive therapy and outcomes at 18–22 months' corrected age in extremely preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016; 101: F201-6.
 17. Dempsey EM, Barrington KJ. Treating hypotension in the preterm infant: when and with what: a critical and systematic review. *J Perinatol* 2007; 27: 469-78.
 18. Batton B, Li L, Newman NS, Das A, Watterberg KL, Yoder BA et al. Use of antihypotensive therapies in extremely preterm infants. *Pediatrics* 2013; 131: e1865-73.
 19. Osborn DA, Evans N, Kluckow M. Clinical detection of low upper body blood flow in very premature infants using blood pressure, capillary refill time, and central-peripheral temperature difference. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2004; 89: F168-73.
 20. Swanson T, Erickson L. Cardiovascular diseases and surgical interventions. V: Gardner SL CB, Enzman Hines M, Hernandez JA, ur. Merenstein & Gardner's handbook of neonatal intensive care. 7th ed. St. Louis: Elsevier; 2016: 644-88.
 21. Lozar-Krivec J, Stepic M, Hovnik T, Krsnik M, Paro-Panjan D. Neonatal Cyanosis Due to Hemoglobin Variant: Hb F-Sarajevo. *J Pediatr Hematol Oncol* 2016; 38: e267-70.
 22. Gupta N, Kamlin CO, Cheung M, Stewart M, Patel N. Improving diagnostic accuracy in the transport of infants with suspected duct-dependent congenital heart disease. *J Paediatr Child Health* 2014; 50: 64-70.
 23. Deshpande SA, Platt MP. Association between blood lactate and acid-base status and mortality in ventilated babies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1997; 76: F15-20.
 24. Coates BM, Chaize R, Goodman DM, Rozenfeld RA. Performance of capnometry in non-intubated infants in the pediatric intensive care unit. *BMC Pediatr* 2014; 14: 163.
 25. Singh BS, Gilbert U, Singh S, Govindaswami B. Sidestream microstream end tidal carbon dioxide measurements and blood gas correlations in neonatal intensive care unit. *Pediatr Pulmonol* 2013; 48: 250-6.
 26. Vesel S, Podnar T, Kosmač B, Mazić U. Bolezni srca in ožilja. In: Kržišnik C, editor. *Pediatrija*. Ljubljana: DZS; 2014: 373-408.
 27. Spevak PJ, Johnson PT, Fishman EK. Surgically corrected congenital heart disease: utility of 64-MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 191: 854-61.
 28. Groves AM, Chiesa G, Durighel G, Goldring ST, Fitzpatrick JA, Uribe S et al. Functional cardiac MRI in preterm and term newborns. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2011; 96: F86-91.
 29. Gutiérrez FR, Ho ML, Siegel MJ. Practical applications of magnetic resonance in congenital heart disease. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2008; 16: 403-35.
 30. Grotenhuis HB, Mertens LL. Recent evolutions in pediatric and congenital echocardiography. *Curr Opin Cardiol* 2015; 30: 118-24.
 31. Fister P, Paro-Panjan D. Pomen merjenja tkivne nasičenosti s kisikom z metodo spektroskopije v neonatologiji. V: Kržišnik C, Battelino T, ur. *Izbrana poglavja iz pediatrije* 25. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za pediatrijo; 2013: 121-8.

32. Fister P. Uporaba spektroskopije blizu infrardeče svetlobe za oceno preskrbe s kisikom in prekrvitve možganov pri novorojenčku. V: Paro-Panjan D, ur. Neonatalna nevrologija. Ljubljana: Klinični oddelek za neonatologijo, Pediatrična klinika, UKC Ljubljana; 2014: 125-41.
33. Mittnacht AJ. Near infrared spectroscopy in children at high risk of low perfusion. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010; 23: 342-7.
34. Goff DA, Buckley EM, Durduran T, Wang J, Licht DJ. Noninvasive cerebral perfusion imaging in high-risk neonates. *Semin Perinatol* 2010; 34: 46-56.
35. Gržinić J. Posebnosti zdravstvene nege novorojenčkov s prirojeno srčno napako. V: Žontar T, Kvas A, ur. Atrijska fibrilacija, žensko srce, prirojene srčne napake. Šmarješke toplice: Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v kardiologiji in angiologiji; 2016: 67-73.
36. Gupta N, Kamlin CO, Cheung M, Stewart M, Patel N. Prostaglandin E1 use during neonatal transfer: potential beneficial role in persistent pulmonary hypertension of the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2013; 98: F186-8.
37. Aykanat A, Yavuz T, Özkalkaya E, Topçuoğlu S, Ovalı F, Karatekin G. Long-Term Prostaglandin E1 Infusion for Newborns with Critical Congenital Heart Disease. *Pediatr Cardiol* 2016; 37: 131-4.
38. Young TE, Mangum B. Neofax 2010. 23th Ed. Montvale: Thomson Reuters; 138-9.

Kontaktna oseba/Contact person

Doc. dr. Petja Fister, dr. med.

Klinični oddelek za neonatologijo,

Pediatrična klinika,

Univerzitetni klinični center Ljubljana,

Bohoričeva 20,

1000 Ljubljana

E-pošta:petja.fister@kclj.si

Prispelo/Received: 26. 2. 2017

Sprejeto/Accepted: 27. 3. 2017