

Zavod za intenzivnu pedijatriju s postintenzivnom skrbi Klinike za dječje bolesti

Kliničkog bolničkog centra Split

Prehrana novorođenčeta nakon operacijskog zahvata

Branka Polić, Joško Markić, Tanja Kovačević, Tatjana Čatipović Ardalić, Julije Meštrović

Ključne riječi: prehrana, enteralna, parenteralna, operacijski zahvat

Sažetak. Prehrana je neophodna za održavanje fiziološke homeostaze tijela i za normalan rast. Hipermetabolička stanja dovode do smanjenja zaliha energije i smanjene imunokompetencije te povećanog morbiditeta i mortaliteta. Jedno od takvih stanja je i nakon operacijskog zahvata kada se potreba za energijom i bjelančevinama preusmjerava prema cijeljenju tkiva, pa je zadovoljavajuća prehrana novorođenčeta osobito važna. Prehrana uključuje enteralnu i/ili parenteralnu primjenu, a enteralna prehrana, i to po mogućnosti majčinih mlijekom, prvi je izbor gdje god kliničko stanje djeteta to dopušta. Svakako je nužna individualizirana odgovarajuća prehrana (enteralna formula ili parenteralne otopine) za svako novorođenče, osobito nedonošče. Stoga, treba odrediti najbolju moguću nutritivnu potporu i njenu brzinu primjene za svako novorođenče nakon operacijskog zahvata.

Uvod

Cilj je zadovoljavajuće prehrane novorođenčeta osigurati hranjive tvari primjerene za brzi rast i normalan sastav tijela, uključujući broj stanica i njihovu strukturu, te omogućiti primjerenu koncentraciju hranjivih tvari u krvi i tkivima uz dobar razvojni ishod.¹ Nedostatan unos svih esencijalnih hranjivih tvari u novorođenčadi, osobito u nedonoščadi, dovodi ne samo do zastoja u rastu nego i do povećanog morbiditeta i nedostatnog razvoja mozga, što može rezultirati neurorazvojnim poremećajima.^{2,3} Glavni je razlog za postnatalni zastoj rasta nedostatna prehrana, osobito tijekom teške bolesti, uključujući i kiruršku, a često počinje već pri rođenju i može trajati tijekom duljeg razdoblja.⁴ Nasuprot tome, zadovoljavajuća prehrana, osobito nedonoščadi ekstremno male porođajne mase, koja započinje odmah nakon rođenja, osigurava potrebnu energiju i ravnotežu bjelančevina te poboljšava dugoročne neurorazvojne ishode. Prednosti zadovoljavajuće prehrane mogu biti i dugoročne, osobito u prevenciji kroničnih bolesti kasnije tijekom života. Nedostatna prehrana ili niske koncentracije aminokiselina, kašnjenje s enteralnom prehranom, ponekad i danima, dovodi do niskih zaliha hranjivih tvari u tijelu. Tome doprinose i razne razrijeđene prehrane mješavine, koje često nemaju dovoljno esencijalnih aminokiselina. Postoje i brojni razlozi u novorođenčadi zbog čega se ne započinje ili se sporo uvodi ili zaustavlja prehrana, bilo enteralna ili parenteralna. Razlozi su često zabrinutost za moguću metaboličku toksičnost ili nepodnošljivost hrane i rizik od razvoja nekrotizirajućeg enterokolitisa (NEK).⁵ Bez obzira na razlog krajnji je rezultat pothranjenost i smanjen rast, što se očituje u smanjenoj masi, dužini, opsegu glave i sastavu tijela. Pothranjenosti je osobito sklona nedonoščad, i to najčešće izrazito niske gestacijske dobi.^{6,7,8} Stoga, treba odrediti najbolju moguću nutritivnu potporu i njenu brzinu primjene kod svakog novorođenčeta, osobito tijekom teške bolesti ili nakon operacijskog zahvata. Time se omogućava unos dovoljno hranjivih tvari koje su sigurne i učinkovite, ali su nužno različite

ovisno o postnatalnoj dobi te metaboličkim i prehranbenim mogućnostima. Novorođenačko razdoblje predstavlja ključni period života koji je karakteriziran razvojem strukture i funkcije organa. Općenito je poznato da je taj period posebno osjetljiv i na okolišne čimbenike putem učinka programiranja. Stoga nedostatna prehrana u ranoj životnoj dobi dovodi do dugoročnog lošijeg neurorazvojnog ishoda te promjene rasta i razvoja uz povećan morbiditet i mortalitet.²

Metabolički odgovor na kiruršku traumu

Kirurški zahvat potiče stresni odgovor koji određuje kaskadu fizioloških događaja, uključujući aktivaciju upalnih putova koji omogućavaju pokretanje procesa oporavka tkiva. U skladu s tim specifične metaboličke promjene nastaju s ciljem povećanja dostupnosti supstrata za esencijalne potrebe organa i za proces ozdravljenja.⁹ Novorođenčad, osobito ako je nedonoščad ili novorođenčad sa zastojem rasta, izdržat će samo kratko razdoblje gladovanja zbog brzog rasta i ograničene zalihe energije i proteina.¹⁰ Tako na primjer, nedonošče s težinom od 1000 g ima otprilike 1,5 % masti i 9 % proteina i zalihe energije koja odgovara 110 kcal/kg. Dakle, ako odgovarajuća prehranbena podrška nije odmah uključena, pothranjenost će nastupiti brzo. Nasuprot tome, donošeno novorođenče može podnijeti nekoliko dana pothranjenosti zbog veće zalihe masti, a što iznosi približno 600 g. Nadalje, energetske i metaboličke potrebe veće su kod novorođenčadi nego u djece ili odraslih. Naime, energetski unos u novorođenčadi mora zadovoljiti potrebe za osiguravanjem metabolizma održavanja (40-70 kcal/kg/dan) i za rast (50-70 kcal/kg/dan) te za nadomještanje gubitka energije u mirovanju (20 kcal/kg/dan). Enteralna prehrana od 100-120 kcal/kg/dan zadovoljava potrebe za energijom u novorođenčeta, dok je parenteralna prehrana od 80-100 kcal/dan dovoljna jer nema dodatnog gubitka energije stolicom i za termoregulaciju osiguravanjem termoneutralnog okruženja u inkubatoru koji sprječava gubitak energije. Dakle, ukupna energetska potreba nedonoščadi veća je od one donošene novorođenčadi.^{11,12} Prvog dana života nedonoščetu je potrebno najmanje 45-55 kcal/kg/dan kako bi osigurao minimalne energetske potrebe. Nakon početnog postnatalnog gubitka tjelesne mase preporuča se da napredovanje bude 17-20 g/kg/dan, kod nedonoščadi s vrlo niskom porođajnom masom. U nedonoščadi koja se hrane enteralno, a u fazi oporavka, potreban unos energije je od 110 do 135 kcal/kg/dan.¹³ Djeca koja primaju parenteralnu prehranu obično trebaju niži unos zbog znatno nižeg metabolizma u području splahnhičkog tkiva i gubitka stolicom nego tijekom enteralnog hranjenja. U nedonoščadi na enteralnoj prehrani potrebno je i do 30 kcal/kg/dan više u odnosu na parenteralni unos, pa je time preporučena enteralna energetska potreba od 90 do 120 kcal/kg/dan. Procjena energetske potrebe u stanjima u kojima novorođenčad prima minimalnu enteralnu prehranu za dob uz parenteralnu je složena. U takvim slučajevima apsorpcija hranjivih tvari vjerojatno je zanemariva kada je enteralni unos mlijeka nizak (≤ 25 ml/kg/dan) i može se zanemariti energija koju daje enteralna prehrana. Što se tiče unosa bjelančevina, novorođenčad mora biti u pozitivnoj ravnoteži dušika jer bjelančevine, kada su povezane s adekvatnim unosom energije, omogućavaju odgovarajući rast i razvoj. Prvi dan nedonošče treba 1,5 g/kg proteina, a od drugog dana života od 2,5 do 3,5 g/kg/dan, dok donošeno novorođenče treba 3 g/kg/dan proteina.¹⁴ Nedostatna prehrana nakon operacijskog zahvata dodatno potiče katabolizam novorođenčadi uzrokovan stresom što doprinosi lošem oporavku i povećava rizik od poslijeoperacijskih komplikacija. Novorođenčad pokazuje

drugačiji odgovor na operacijski zahvat u odnosu na stariju djecu i odrasle. Dok je između 15 i 30 % odraslih u hipermetaboličkom stanju u poslijeoperacijskom razdoblju, novorođenčad pokazuje samo neznatno povećanje potrošnje energije u mirovanju, čak i nakon velikih abdominalnih operacija, a što se vraća na normalne vrijednosti unutar 12 – 24 sata. Povećanje potrošnje energije u mirovanju veća je kada se kirurški zahvat odvija 48 sati nakon rođenja nego kad se odvija tijekom prvih 48 sati života. Može se pretpostaviti da endogeni opiodi, koji se luče u perinatalnom razdoblju, mogu smanjiti endokrini i metabolički odgovor nakon operacijskog zahvata. U tom razdoblju nisu zabilježene značajne promjene u metabolizmu bjelančevina u novorođenčadi, ali se potreba za energijom i bjelančevinama preusmjerava prema cijeljenju tkiva, a ne za rast, te se time može objasniti nenapredovanje na tjelesnoj masi.^{9,15} Kada je novorođenčad izložena pothranjenosti tijekom razdoblja teške bolesti kao i nakon operacijskih zahvata, pa se metabolički zahtjevi za rast i neurorazvoj ne mogu u potpunosti zadovoljiti, dolazi do neželjenih posljedica koje se često mogu pratiti i do odrasle dobi. Pružanje rane nutritivne potpore novorođenčadi nakon operacijskog zahvata omogućava očuvanje funkcije vitalnih organa i izbjegavanje gubitka na tjelesnoj masi.^{15,16}

Parenteralna prehrana

Odmah nakon operacijskog zahvata često nije moguće enteralno hranjenje s odgovarajućim unosom kako bi se osigurao rast i razvoj uz potrebe cijeljenja tkiva. Stoga je nužno uvesti parenteralnu prehranu koja omogućava dostatnu primjenu makro i mikronutrijenata dok se motilitet i apsorpcija crijeva ne poboljša, a dopunsko enteralno hranjenje postupno se uvodi čim to kliničko stanje novorođenčeta dozvoli. Postotak unesenih kalorija i bjelančevina enteralno se zatim povećava uz proporcionalno smanjenje parenteralnog unosa makronutrijenata. Međutim, taj prijelaz s parenteralnog na potpuno enteralno hranjenje može potrajati relativno dugo. Dostatan unos bjelančevina neophodan je za sprečavanje katabolizma i promicanje rasta. Bjelančevine treba osigurati zajedno s odgovarajućim unosom energije kako bi se izbjegla njihova uporaba kao energetske izvora. Oksidacija bjelančevina zapravo je neekonomičan metabolički proces dok proizvodnja energije iz ugljikohidrata i masti osigurava veći energetske unos uz niži metabolički utrošak. Posebnu pozornost treba obratiti na novorođenčad s teškom pothranjenošću ili dodatnim gubitcima (npr. kod jejunostomije, ileostomije), a koja imaju visoke potrebe za bjelančevinama.¹¹ Preporučeni je unos bjelančevina 1,5 do 3,5 g/kg/dan.¹⁷ Energetske unos tijekom parenteralne prehrane osiguravaju ugljikohidrati i masti. Količina glukoze koja se može infundirati razlikuje se prema kliničkom stanju i zrelosti novorođenčeta. Naime, nedonoščad ili novorođenčad s niskom porođajnom masom može imati smanjenu sposobnost metaboliziranja glukoze. Kada je glukoza u količini koja prelazi metaboličke potrebe, potiče se lipogeneza, što dovodi do novih taloženja masti i pogoršanja respiratorne acidoze zbog povećane proizvodnje CO₂, a povećano se stvara i slobodnim radikalima posredovan lipidni peroksid. Brzina oksidacije masti pod utjecajem je unosa glukoze i potrošnje energije u mirovanju. Poznato je da je, ako unos glukoze prelazi bazalne energetske potrebe, lipogeneza veća od oksidacije lipida, sprječavajući uporabu intravenskog lipida kao energetske izvora. Unos glukoze preko 18 g/kg/dan ne preporuča se u stabilne novorođenčadi koja prima parenteralnu prehranu.^{18,19} Preporučena infuzija glukoze u nedonoščadi je 5,8 do 17,3 g/kg/dan (4-8 mg/kg/min).²⁰ Lipidne emulzije bitan su dio

parenteralne prehrane, kao energetska opskrba i izoosmolarna otopina malog volumena te kao izvor esencijalnih masnih kiselina. Dnevne potrebe za mastima su od početno 0,25 do 4 g/kg/dan u punoj dozi.²¹ Ipak, njihova dugotrajna uporaba može biti povezana s razvojem jetrenih komplikacija kao što su: kolestaza, kolelitijaza, hepatička steatoza i fibroza jetre. Bolest jetre može napredovati do bilijarne ciroze i portalne hipertenzije. Intravenske lipidne otopine koje sadrže visoki omjer n-6 prema n-3 polinezasićenih masnih kiselina jedan su od čimbenika koji mogu dovesti do poremećaja funkcije jetre. Naime, visoki unos n-6 polinezasićenih masnih kiselina s lipidnim emulzijama na bazi sojinog ulja dovodi do proizvodnje proupalnih medijatora, visoke količine fitosterola i ograničene količine alfa tokoferola. Nove lipidne emulzije temeljene na mješavinama različitih ulja, uključujući sojino ulje, trigliceride srednjih lanca iz kokosovog ulja i/ili maslinovog i/ili ribljeg ulja, imaju prednost u primjeni kako bi se smanjio rizik od razvoja kolestaze ili razvoja steatoze i fibroze jetre.^{22,23} Odmah nakon operacijskog zahvata treba obratiti pozornost na elektrolitsku ravnotežu tijekom parenteralne prehrane s posebnim osvrtom na novorođenčad s ileostomijom, značajnom resekcijom debelog crijeva i/ili oštećenom funkcijom debelog crijeva, a koja može izgubiti veliku količinu natrija u stolici. Ako se gubitci natrija ne nadoknade, može doći do kompenzacijskog hiperaldosteronizma i kao rezultat toga do povećanog gubitka kalija u mokraći.^{19,24} Prema smjernicama potreba za tekućinom u nedonoščadi iznosi od početno 60 do 180 ml/kg/dan.²⁵ Tablica 1. prikazuje dnevnu potrebu makronutrijenata i elektrolita u potpunoj parenteralnoj prehrani u nedonoščadi.

Tablica 1. Nutritivna potpora u parenteralnoj prehrani nedonoščadi

	ESPGHAN/ESPEN ^{2018.} Minimalne vrijednosti	ESPGHAN/ESPEN ^{2018.} Maksimalne vrijednosti
Energija (kcal/kg/dan)	45	120
Aminokiseline (g/kg/dan)	1,5	3,5
Glukoza (g/kg/dan)	5,8	17,3
Lipidi (g/kg/dan)	0,25	4,0
Na (mmol/kg/dan)	0	5 (7)
K (mmol/kg/dan)	0	3 (5)
Cl (mmol/kg/dan)	0	5
Ca (mmol/kg/dan)	0,8	3,5
P (mmol/kg/dan)	1	3,5
Mg (mmol/kg/dan)	0,1	0,3
Volumen tekućine ml/kg/dan)	60	180

Neobično je važna nadoknada minerala, elemenata u trgovima i vitamina u dozi primjerenoj zrelosti i težini novorođenčeta. Iako je parenteralna prehrana od velike važnosti za liječenje novorođenčadi nakon operacijskih zahvata i kada postoji potreba za zaobilaženjem probavnog sustava da bi se osigurala adekvatna prehrana i volumen tekućine, njena je uporaba povezana sa značajnim komplikacijama. To uključuje: bolest jetre koja je povezana s oštećenjem crijevne funkcije, moguću malfunkciju središnjih venskih katetera i razvoj kateter sepse i/ili tromboze. Preporuka je da se volumen parenteralne prehrane postupno smanjuje i potom u

potpunosti ukine, a čim prije implementira enteralna prehrana koju treba pažljivo dozirati u količini i sastavu.

Enteralna prehrana

Kad god je to moguće, enteralna ima prednost nad parenteralnom prehranom. Kod novorođenčadi nakon operacijskih zahvata, enteralno hranjenje često rezultira povraćanjem, prekidom hranjenja i neadekvatnim unosom kalorija. Osobito u novorođenčadi s anomalijama probavnog sustava, zbog retencije želučanog sadržaja i intestinalnih poremećaja, enteralno hranjenje nije moguće ili je u značajno smanjenom volumenu. Međutim, poznato je da čak i male količine enteralnih obroka sprječavaju poremećaj funkcije epitelne barijere crijeva i omogućavaju održavanje crijevnih resica, oslobađanje hormona i lokalnih peptida, te uspostavljanje zdrave mikrobiote crijeva.²⁶ Nadalje, poznato je da stimulacija probavnog sustava primjenom enteralne prehrane pozitivno modulira imunološku funkciju čime pridonosi smanjenju infekcija i rizika od upale.²⁷ Majčino mlijeko nezamjenjivi je izbor prehrane za svu novorođenčad s obzirom na njegov poseban sadržaj u smislu makronutrijenata, mikronutrijenata i bioaktivnih spojeva koji značajno smanjuju rizik za razvoj infekcija.²⁸ Ako majčino mlijeko nije dostupno, donorsko mlijeko trebalo bi biti drugi izbor, osobito za nedonoščad, jer je ona sklonija razvoju netolerancije hrane i infekcija zbog nezrelosti probavnog sustava. Ukoliko se nedonoščad hrani majčinim mlijekom, potrebno je dodati pojačivače majčinog mlijeka kako bi se zadovoljili visoki prehrambeni zahtjevi.^{29,30} Čak i nakon razvoja NEK-a, dobro ih je primijeniti kako bi se potaknuo odgovarajući rast, iako optimalno vrijeme njihovog uvođenja još nije razjašnjeno. Kada majčino mlijeko nije dostupno, primjenjuju se mliječne formule. Ako se npr. radi o netoleranciji disaharida, primjenjuje se formula na bazi soje i bez disaharida. Elementarna formula može biti indicirana ako se radi o teškoj malapsorpciji u sindromu kratkog crijeva ili kada se radi o teškom oštećenju sluznice crijeva u NEK-u. Elementarna formula sadržava aminokiseline, glukozu i masti, uključujući i srednjelančane trigliceride (MCT). Zbog visoke osmolalnosti važno je započeti s razrijeđenim otopinama i postupno povećavati koncentraciju i volumen. To ponekad traje tjednima pa za to vrijeme novorođenče treba i djelomičnu parenteralnu potporu. Komercijalne formule koje sadrže slobodne aminokiseline umjesto proteina ili peptida općenito se dobro podnose i povezane su s kraćim trajanjem parenteralne prehrane i smanjenim rizikom od razvoja alergija.³¹ Formule s visokim sadržajem MCT-a preporučene su u malapsorpciji masti. MCT se lako apsorbiraju u portalni sustav jer njihova probava manje ovisi o optimalnoj sekreciji žuči. Unos masti uvelike doprinosi boljem rastu, promiče prilagodbu probavnog ustava i poboljšava funkciju crijeva.^{32,33}

Enteralna prehrana može se davati bolusnim hranjenjem, kontinuiranim hranjenjem ili kombinacijom oba načina. Bolus hranjenje oponaša fiziološko stanje i promovira motilitet probavnog sustava, enterohepatičku cirkulaciju žučnih kiselina, kontrakciju žučnog mjehura i pulsirajuće otpuštanje gastrointestinalnih hormona. Međutim, iako prirodnije, bolus hranjenje može rezultirati povećanom netolerancijom hrane.³⁴ Bolus hranjenje lakše je nego kontinuirano hranjenje jer nema enteralne pumpe, volumen hrane se daje tijekom 15 do 20 minuta, obično svaka tri sata. Prilikom hranjenja nedonoščadi i novorođenčadi odmah nakon operacijskog zahvata preporučeni je razmak između obroka dva sata.¹¹ Kontinuirano hranjenje

ima prednost u novorođenčadi s odgođenim pražnjenjem želuca, gastroezofagealnim refluksom ili intestinalnom malapsorpcijom i netolerancijom hrane. Kontinuirano hranjenje povećava apsorpciju hranjivih tvari i ima bolju energetske učinkovitost.³⁴ Iznimno je važno što prije započeti peroralno hranjenje i to čim se uspostavi uredna funkcija sisanja, disanja i gutanja. Dugotrajna primjena sonde nefiziološki je stimulans koji kasnije može ostaviti negativne posljedice na proces hranjenja.³⁵

Poteškoće nutritivne potpore nakon operacijskog zahvata

Određivanje najbolje moguće prehrane nakon operacijskog zahvata u novorođenčadi, osobito nedonoščadi, veliki je izazov za kliničara. Parenteralna i enteralna prehrana moraju se prilagoditi svakom bolesniku prema dijagnozi bolesti i potrebama. Na primjer, nakon kardiokirurškog zahvata često je potrebno ograničiti unos tekućine, što otežava osiguravanje odgovarajućih količina hranjivih tvari. Parenteralni put može biti bolji način od enteralnog jer omogućava da se u manjem volumenu primjeni koncentriraniji oblik prehrane, međutim enteralna prehrana nudi značajne prednosti u smislu promicanja integriteta i sazrijevanja probavnog sustava. Nadalje, pojava sistemske hipotenzije i smanjenog srčanog izbačaja kompromitira dotok krvi u splahnikus, što može usporiti peristaltiku i izazvati netoleranciju na hranu.³⁶ Što se tiče kirurških plućnih bolesti, neuspjeh u rastu i razvoju novorođenčeta s npr. kongenitalnom dijafragmalnom hernijom relativno je česta pojava, a vezana je uz pojačan dišni rad zbog plućne hipoplazije i povećanu metaboličku potražnju. Optimalan unos hranjivih tvari enteralno može biti otežan zbog pojave netolerancije hrane, češćeg povraćanja, gastroezofagealne refluksne bolesti i oralne netolerancije zbog produljene uporabe gastične sonde.^{37,38} Značajne poteškoće vezano za prehranu u novorođenčadi nastaju nakon kirurških zahvata na probavnom sustavu. Uspostava oralne prehrane kod novorođenčadi s operiranom atrezijom jednjaka može biti otežana zbog mogućeg poslijeoperacijskog bijega na anastomozi ili stenoze jednjaka koja zahtijeva dilataciju uz moguće plućne komplikacije.³⁸ Poremećaji probavnog sustava nakon operacijskog zahvata, a koji mogu trajati tjednima ili mjesecima, javljaju se npr. u novorođenčadi s gastroshizom nakon skraćivanja crijeva i zatvaranja abdomena. Kod njih je otežano napredovanje enteralnih volumena zbog slabije tolerancije hrane i usporenog motiliteta crijeva. Često je potrebna kirurška resekcija crijeva kod NEK-a, intestinalne atrezije, gastroshize i malrotacije s volvulusom. Važno je imati na umu da se veliki gubici tekućine i elektrolita preko stoma moraju uzeti u obzir i nadoknaditi. Nakon operacijskog zahvata može biti smanjena duljina crijeva do te mjere da uzrokuje sindrom kratkog crijeva, koji je definiran kao potreba za primjenom parenteralne prehrane u trajanju duljem od tri mjeseca. Mora se uzeti u obzir da uz smanjenje duljine crijeva može biti i oštećena crijeva funkcija, a što dodatno doprinosi nedovoljnoj apsorpciji enteralnih hranjivih tvari.^{33,39} Sindrom kratkog crijeva stanje je koje se odlikuje smanjenjem funkcionalne veličine crijeva ispod kritične razine potrebne za osiguranje normalnog rasta, potrebe za tekućinom i elektrolitima. Klinički tijek novorođenčeta sa sindromom kratkog crijeva karakteriziran je s tri stadija. Prva faza traje otprilike tjedan dana nakon operacijskog zahvata, tijekom koje dolazi do oporavka od poslijeoperacijskog ileusa. Nakon toga novorođenče ulazi u akutnu fazu, koja traje oko tri tjedna. Tijekom ove faze važna je stabilizacija novorođenčeta zadovoljavajućom

parenteralnom prehranom, uz dostatan unos tekućine i homeostazu elektrolita. Faza oporavka može trajati nekoliko mjeseci i karakterizirana je postupnim smanjenjem količine i broja proljevastih stolica i gubitaka preko stome. Volumen enteralne prehrane progresivno se povećava u skladu s tolerancijom uz smanjenje količine parenteralne prehrane. U akutnoj fazi, parenteralna prehrana osigurava zadovoljavajući unos makronutrijenata i mikronutrijenata kako bi se podržao rast i razvoj. U fazi održavanja volumen enteralne prehrane značajno se povećava, dok je parenteralni volumen sve manji i uz krajnji cilj potpunog prekida parenteralne prehrane. Iznimno je važno uspostaviti peroralno hranjenje. Vremenski je interval potreban za uspostavljanje faze održavanja različit te ovisi o kliničkom stanju dojenčeta i razvoju mogućih komplikacija.^{19,33}

Zaključak

Razdoblje novorođenčeta predstavlja značajan period života koji je karakteriziran razvojem strukture i funkcije organa. Općenito je poznato da je taj period posebno osjetljiv i na okolišne čimbenike putem učinka programiranja. Nedostatna prehrana u ranoj životnoj dobi dovodi do dugoročnog lošijeg neurorazvojnog ishoda te promjene rasta i razvoja uz povećan morbiditet i mortalitet.⁸ Stoga treba odrediti najbolju moguću nutritivnu potporu i njenu brzinu primjene kod svakog novorođenčeta, osobito tijekom teške bolesti i nakon operacijskog zahvata.

Literatura

1. Kleinman RE, Greer FR eds. *Pediatric Nutrition*. 7th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2014.
2. Bouyssi-Kobar M, du Plessis AJ, McCarter R, Brossard-Racine M, Murnick J, Tinkleman L, et al. Third trimester brain growth in preterm infants compared with in utero healthy fetuses. *Pediatrics* 2016;138:e20161640.
3. Ehrenkranz RA, Dusick AM, Vohr BR, Wright LL, Wrage LA, Poole WK. Growth in the neonatal intensive care unit influences neurodevelopmental and growth outcomes of extremely low birth weight infants. *Pediatrics* 2006;117:1253–61.
4. Dinerstein A, Nieto RM, Solana CL, Perez GP, Otheguy LE, Larguia AM. Early and aggressive nutritional strategy (parenteral and enteral) decreases postnatal growth failure in very low birth weight infants. *J Perinatol* 2006;26:436–42.
5. Hay WW. Optimizing nutrition of the preterm infant. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi*. 2017;19:1–21
6. Belfort MB, Rifas-Shiman SL, Sullivan T, Collins CT, McPhee AJ, Ryan P, et al. Infant growth before and after term: effects on neurodevelopment in preterm infants. *Pediatrics* 2011;128:e899–e906.

7. Belfort MB, Gillman MW, Buka SL, Casey PH, McCormick MC. Preterm infant linear growth and adiposity gain: trade-offs for later weight status and intelligence quotient. *J Pediatr*. 2013;163:1564–69.
8. Latal-Hajnal B, von Siebenthal K, Kovari H, Bucher HU, Largo RH. Postnatal growth in VLBW infants: significant association with neurodevelopmental outcome. *J Pediatr*. 2003;143:163–70.
9. McHoney M, Eaton S, Pierro A. Metabolic response to surgery in infants and children. *Eur J Pediatr Surg* 2009;19:275-85.
10. Cooke RJ. Improving growth in preterm infants during initial hospital stay: principles into practice. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2016;101:F366-70.
11. Pierro A, Eaton S. Metabolism and nutrition in the surgical neonate. *Semin Pediatr Surg* 2008;17:276-84.
12. Pierro A, Eaton S. Nutrition in the neonatal surgical patient. In: Thureen P, Hay WW, eds. *Neonatal nutrition and metabolism*. New York, NY: Cambridge University Press; 2006. pp 569-85.
13. ESPGHAN/ESPEN/ESPR guidelines on pediatric parenteral nutrition: Energy. Joosten K, Embleton N, Yan W, Senterre T, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. *Clinical Nutrition* (2018): 1-6.
14. Mihatsch W, Shamir R, van Goudoever JB, Fewtrell M, Lapillonne A, Lohner S, et al. ESPEN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Guideline development process for the updated guidelines. *Clin Nutr*. 2018 Dec;37(6 Pt B):2306-08.
15. Owens JL, Musa N. Nutrition support after neonatal cardiac surgery. *Nutr Clin Pract* 2009;24:242-9.
16. Shulman RJ, Phillips S. Parenteral nutrition in infants and children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003;36:587-607.
17. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Amino acids. van Goudoever JB, Carnielli V, Darmaun D, de Pippaon MS. *Clinical Nutrition* 2018 37;6, Part B, Pages 2315–2323
18. *Semin Pediatr Surg* 2008;17:276-84; Amin SC, Pappas C, Iyengar H, Maheshwari A. Short bowel syndrome in the NICU. *Clin Perinatol* 2013;40:53-68.
19. Mayer O, Kerner JA. Management of short bowel syndrome in postoperative very low birth weight infants. *Semin Fetal Neonatal Med* 2017;22:49-56.
20. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Carbohydrates. Mesotten D, Joosten K, van Kempen A, Verbruggen S, the

ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. *Clinical Nutrition* 37 (2018) 2337e2343.

21. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Lipids. Lapillonne A, Fidler Mis N, Goulet O, van den Akker CHP, Wu J, Koletzko B, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. *Clinical Nutrition* 37 (2018) 2324e2336.

22. Goulet O, Lambe C. Intravenous lipid emulsions in pediatric patients with intestinal failure. *Curr Opin Organ Transplant* 2017;22:142-8.

23. Pereira-da-Silva L, Nóbrega S, Rosa ML, et al. Parenteral nutrition-associated cholestasis and triglyceridemia in surgical term and near-term neonates: A pilot randomized controlled trial of two mixed intravenous lipid emulsions. *Clin Nutr ESPEN* 2017;22:7-12.

24. Amin SC, Pappas C, Iyengar H, Maheshwari A. Short bowel syndrome in the NICU. *Clin Perinatol* 2013;40:53-68. 12. Mayer O, Kerner JA. Management of short bowel syndrome in postoperative very low birth weight infants. *Semin Fetal Neonatal Med* 2017;22:49-56.

25. ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. Jochum F, Moltu SJ, Senterre T, Nomayo A, Goulet O, Iacobelli S, the ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN working group on pediatric parenteral nutrition. *Clinical Nutrition* 2018;37(6), Part B:2344-53.

26. Levesque CL, Turner J, Li J, Wizzard P, et al. In a neonatal piglet model of intestinal failure, administration of antibiotics and lack of enteral nutrition have a greater impact on intestinal microflora than surgical resection alone. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2017;41:938-45.

27. Okada Y, Klein N, van Saene HK, et al. Small volumes of enteral feedings normalise immune function in infants receiving parenteral nutrition. *J Pediatr Surg* 1998;33:16-9.

28. Victora CG, Bahl R, Barros AJ, et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet* 2016;387:475-90.

29. Roggero P, Gianni ML, Morlacchi L, et al. Blood urea nitrogen concentrations in low-birth-weight preterm infants during parenteral and enteral nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010;51:213-5.

30. Morlacchi L, Mallardi D, Gianni ML, et al. Is targeted fortification of human breast milk an optimal nutrition strategy for preterm infants? An interventional study. *J Transl Med* 2016;14:195.

31. Andorsky DJ, Lund DP, Lillehei CW, et al. Nutritional and other postoperative management of neonates with short bowel syndrome correlates with clinical outcomes. *J Pediatr* 2001;139:27e33.

32. Embleton ND, Zalewski SP. How to feed a baby recovering from necrotising enterocolitis when maternal milk is not available. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F543-6.
33. Batra A, Keys SC, Johnson MJ, et al. Epidemiology, management and outcome of ultrashort bowel syndrome in infancy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2017;102:F551-6.
34. Rovekamp-Abels LW, Hogewind-Schoonenboom JE, de WijsMeijler DP, et al. Intermittent bolus or semicontinuous feeding for preterm infants? *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2015;61: 659e64.
35. Gianni ML, Sannino P, Bezze E, et al. Usefulness of the Infant Driven Scale in the early identification of preterm infants at risk for delayed oral feeding independency. *Early Hum Dev* 2017;115:18-22.
36. Karpen HE. Nutrition in the cardiac newborns: evidence-based nutrition guidelines for cardiac newborns. *Clin Perinatol* 2016;43:131-45.
37. Gien J, Murthy K, Pallotto EK, et al. Short term weight gain velocity in infants with congenital diaphragmatic hernia (CDH). *Early Hum Dev* 2017;106:7-12.
38. Fitzgerald DA, Kench A, Hatton L, Karpelowsky J. Strategies for improving early nutritional outcomes in children with oesophageal atresia and congenital diaphragmatic hernia. *Paediatr Respir Rev* 2018;25:25-9.
39. Salvia G, Guarino A, Terrin G, et al. Neonatal onset intestinal failure: an Italian multicenter study. *J Pediatr* 2008;15:674- 6,676.e1-2.

Adresa za dopisivanje: Doc. prim. dr. sc. Branka Polić, dr. med., Zavod za intenzivnu pedijatriju s postintenzivnom skrbi Klinike za dječje bolesti Kliničkog bolničkog centra Split; e-mail: branka.polic1@gmail.com

Nutrition for neonates undergoing surgery

Branka Polić, Joško Markić, Tanja Kovačević, Tatjana Čatipović Ardalić, Julije Meštrović

Keywords: nutrition, enteral, parenteral, surgical procedure

Summary. Nutrition is essential for maintenance of physiologic homeostasis and growth. Hypermetabolic states lead to a depletion of body stores, with decreased immunocompetence and increased morbidity and mortality. One such condition is the post-operative period when the energy and protein need is diverted to the tissue healing, so the satisfactory nutrition of the infant is particularly important. Nutritional therapy includes enteral and/or parenteral

nutrition. Enteral feeding, if possible with mother's breast milk, is the first choice whenever the child's clinical condition allows. In all cases, an individualized, adequate diet (enteral formula or parenteral solution) is obligatory for every newborn, especially premature. Therefore, we need to determine the best possible nutritional support and its rate of application in each newborn after a surgical procedure.