

Tjaša Tomažin¹, Domen Plut²

Magnetnoresonančna preiskava telesa ploda

Magnetic Resonance Imaging of the Fetal Body

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: prenatalna diagnostika, prirojene nepravilnosti prsnega koša, prirojene nepravilnosti trebušne votline, prirojena diafragmalna kila, anorektalna nepravilnost, multicistična displastična ledvica, gastroschiza

Magnetnoresonančno slikanje ploda, ki se je kot dodatna slikovna diagnostična metoda sprva uporabljalo samo za ocenjevanje nepravilnosti na področju osrednjega živčevja, se v zadnjih letih (v primerih nezanesljivega ultrazvočnega pregleda) uveljavlja tudi na področju prsnega koša in trebušne votline. Za uveljavitev magnetnoresonančnega slikanja ploda je bil ključen razvoj hitrih T2-poudarjenih sekvenc s spinskim odbojem z enim valom vzbujanja (angl. *single-shot fast spin-echo*), ki zagotavljajo dovolj kakovostno sliko kljub premikanju ploda. Indikacije za uporabo so številne, najpogosteje pa gre za ocenjevanje prisotnosti morebitnih prirojenih nepravilnosti ali tumorjev. Brezpogojne kontraindikacije za izvedbo slikanja zajemajo prisotnost srčnega spodbujevalnika ali feromagnetnih vsadkov pri nosečnici in klavstrofobijo. Neželeni učinki slikanja do sedaj niso bili dokazani. Za vrednotenje preiskave je pomembno natančno poznavanje razvojne anatomije ploda, normalnih anatomskih različic in najpogostejših patoloških stanj. Natančnejša patoanatomska določitev nepravilnosti, prikaz njenega obsega ter morebitnih pridruženih bolezni so pomembni za napoved prognoze, načrtovanje obporodne in poporodne oskrbe, morebitnega kirurškega zdravljenja ali za odločitev o prekinitvi nosečnosti.

ABSTRACT

KEY WORDS: prenatal diagnosis, congenital malformations of the thorax, congenital malformations of the abdomen, congenital diaphragmatic hernia, anorectal malformation, multicystic dysplastic kidney, gastroschisis

In recent years, magnetic resonance imaging has become a valuable complementary imaging technique in cases of fetal body anomalies and diseases, for which ultrasonography is not conclusive. The development of single-shot fast spin-echo sequences was crucial because it has enabled the acquisition of high-quality images despite fetal motion artifacts. There are quite a few indications for magnetic resonance imaging of the fetal body. The most common are congenital malformations and fetal tumors. Absolute contraindications include maternal pacemakers, ferromagnetic implants, and claustrophobia. There are no known side effects of fetal magnetic resonance imaging. For proper interpretation

¹ Tjaša Tomažin, dr. med., Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana; tomazin.tjasaa@gmail.com

² Asist. dr. Domen Plut, dr. med., Katedra za radiologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Vrazov trg 2, 1000 Ljubljana; Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

of imaging findings, radiologists should be familiar with the normal developmental anatomy of the fetus, possible anatomical variants, and the most common pathological findings. A precise description of imaging findings is important in the determination of pregnancy prognosis, prenatal and postnatal therapy, and potential surgical treatment.

UVOD

Multidisciplinaren pristop k oskrbi ploda je v zadnjih letih privedel do napredka na področju zdravljenja ploda, fetoskopske kirurgije in obporodne oskrbe. Posledično se je pojavila potreba po natančnejši prenatalni diagnostiki. UZ-preiskavi, ki še vedno predstavlja prvo in osnovno presejalno preiskavo prenatalne diagnostike, se je pridružila uporaba fetalnega MR-slikanja kot dopolnilne diagnostične metode. Sprva je bila uporaba omejena na diagnostiko nepravilnosti osrednjega živčevja, v zadnjem času pa se je uveljavila tudi za diagnostiko bolezni prsnega koša in trebušne votline (1).

Fetalno MR-slikanje je neinvazivna diagnostična preiskava brez znanih takojšnjih neželenih stranskih učinkov ali poznih posledic (2). Kljub temu je v izogib morebitnim učinkom na razvijajoči se plod s preiskavo priporočljivo počakati vsaj do 18. tedna nosečnosti, ko je tudi njena povednost zaradi večjega in manj gibljivega ploda boljša. Pri višji gestacijski starosti otroka je ocena organov pri preiskavi še natančnejša (2). Zato lahko, kadar pri prvem fetalnem MR-slikanju bolezenskih sprememb ne moremo dokončno opredeliti, preiskavo kasneje ponovimo.

V nasprotju z UZ, prikaz ploda s fetalnim MR-slikanjem ni omejen s položajem ploda, debelostjo matere, majhno količino plodovnice, miomi maternice ali dvoplovno nosečnostjo (3). Fetalno MR-slikanje ima odlično prostorsko in kontrastno ločljivost, zaradi katerih je možno razločiti posamezne telesne dele ploda. Diagnostiko velikih in zapletenih nepravilnosti olajšata prikaz v širokem preglednem polju in

pogled v treh ravninah. Zaradi svojih pozitivnih lastnosti fetalno MR-slikanje postaja vse pomembnejši način diagnosticiranja nekaterih bolezni ploda, napovedovanja prognoze in končnega odločanja med prenatalnim ali postnatalnim zdravljenjem oz. za morebitno prekinitve nosečnosti (2).

SLIKOVNE TEHNIKE

Glavno oviro pri razvoju fetalnega MR-slikanja je vrsto let predstavljalo gibanje ploda, saj so klasične tehnike slikanja z uporabo T1- in T2-poudarjenih sekvenc dolgotrajne in močno občutljive na motnje zaradi premikanja. Razvoj hitrih sekvenc MR-slikanja je omogočil pridobitev kakovostnih posnetkov, ki omogočajo natančno oceno telesa ploda. Za oceno standardno uporabljamo hitre T2-poudarjene sekvence s spinskim odbojem z enim valom vzbujanja (angl. *single-shot fast spin-echo*, SSFSE). T1-poudarjene sekvence se uporabljajo redko, običajno kadar nas zanima prikaz maščobe, kalcifikacij ali krvavitev. Občasno uporabimo tudi difuzijsko obteženo slikanje (angl. *diffusion-weighted imaging*, DWI), ki nam pomaga razločevati določene vrste tkiv (2).

Prikaz plodovega srca je zaradi hitrega srčnega utripa in posledične izrazite občutljivosti slike na motnje zaradi premikanja poseben izziv. Za prikaz srca je najbolj uporabno slikanje z gradientnim odmevom z neprekinjeno vzdolžno magnetizacijo med ponovitvami (angl. *steady-state free-precession*, SSFP), ki ima zelo kratek čas zajemanja signala, a vendarle zadovoljivo kakovost slike za prikaz srčnih votlin (3). To slikanje pri nas sicer še ni v klinični uporabi.

NORMALEN RAZVOJ PRSNEGA KOŠA IN TREBUŠNE VOTLINE

Normalna plodova pljuča imajo enotno, srednje visoko jakost signala na T2-poudarjenem slikanju. Zorenje pljuč se kaže s povečanjem prostornine in zvišanjem jakosti T2-signala. Sagitalni in koronarni presek na ravni prepone kažeta jasno razmejitve prsnih in trebušnih organov, kar je pomemben znak pri diagnostiki prirojene diafragmalne kile (2).

Na T2-poudarjenem slikanju imajo organi, ki so izpolnjeni s tekočino (torej prebavna cev, urinski trakt in žolčni sistem), hiperintenziven signal. Črevo je sprva v celoti izpolnjeno s tekočino, po 13. tednu gestacijske starosti pa v njem začne nastajati mekonij, ki počasi napreduje po tankem črevesu do debelega. Mekonij ima v proksimalnem delu črevesa visoko vsebnost tekočine, v distalnem delu pa vsebuje večji delež beljakovin in mineralov, ki mu dajejo hiperintenziven signal na T1- in hipointenziven na T2-poudarjenem slikanju. Premer črevesa narašča z gestacijsko starostjo. V 20. tednu gestacijske starosti ima tanko črevo premer

2–3 mm in debelo črevo 3–4 mm, v 35. tednu pa tanko črevo v premeru meri 5–7 mm, debelo črevo pa 8–15 mm. Žolčnik je možno prikazati od 18. gestacijskega tedna dalje, žolčni vodi pa ponavadi niso vidni (2).

Zgodaj v razvoju ploda večina eritropoeze poteka v plodovih jetrih. Ta zaradi visoke vsebnosti železa iz fetalnega hemoglobina, beljakovin, bakra in cinka kažejo visoko jakost signala na T1- in nizko na T2-poudarjenem slikanju (2). Vranica je vidna od 20. gestacijskega tedna dalje in kaže nizek in enoten signal na T2-poudarjenem slikanju, njegova jakost pa se z napredovanjem gestacije še niža (2).

Ledvična skorja ima glede na ledvično sredico hipointenziven signal na T2-poudarjenem slikanju. Razmerje v jakosti signala med skorjo in sredico ledvice se z gestacijsko dobo povečuje in doseže vrh ob rojstvu ploda (2).

INDIKACIJE IN KONTRAINDIKACIJE

Indikacije za fetalno MR-slikanje telesa ploda so zajete v tabeli 1.

Tabela 1. Indikacije za MR-slikanje telesa ploda.

Predel telesa ploda	Nepravilnost in vrsta nepravilnosti
Prsni koš	prirojena diafragmalna kila
	prirojene nepravilnosti v razvoju pljuč - prirojena razvojna nepravilnost dihalnih poti - bronhopulmonalna sekvestracija - bronhialna atrezija - bronhogena cista
	nepravilnosti srca
Trebušna votlina	nepravilnosti prebavnega trakta - atrezija požiralnika - atrezija črevesa
	medenične cistične tvorbe - ovarijske ciste - anorektalne nepravilnosti
	tumorji trebušne votline - sakrokokcigealni teratom - limfatične nepravilnosti - ledvični tumorji - nevroblastom
	nepravilnosti sečil - sečni megamehur - multicistična displastična ledvica
	omfalokela in gastroskiza

Splošni omejitvi pri izvedbi fetalnega MR-slikanja sta visoka cena preiskave in omejena razpoložljivost naprav. Brezpogojne kontraindikacije zajemajo prisotnost srčnega spodbujevalnika ali feromagnetnih vsadkov pri nosečnici in klavstrofobijo (2).

NEPRAVILNOSTI PRSNEGA KOŠA PLODA

Prirojena diafragmalna kila

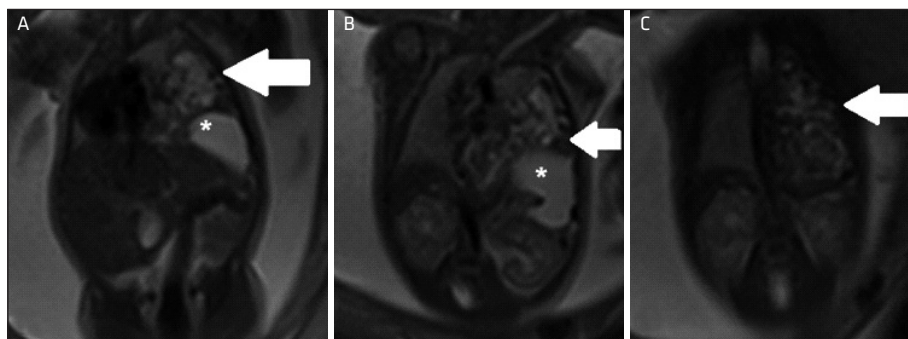
Diafragmalna kila pomeni luknjo v trebušni preponi, skozi katero se v prsni koš boči trebušna vsebina, ki onemogoča normalen razvoj pljuč. Incidenca te nepravilnosti je 1/4.000 živorojenih otrok. Smrtnost je kljub izboljšanim metodam zdravljenja visoka (do 30 %), predvsem v primerih obsežne kile in posledične izrazite hipo-plazije pljuč (4). Diagnozo je možno postaviti z UZ-preiskavo, vendar se je zaradi razvoja novih postopkov zdravljenja, kot je fetoskopska zapora plodovega sapnika, pojavila potreba po natančnejši prenatalni oceni obsega nepravilnosti, to pa omogoča fetalno MR-slikanje. Prognoza je odvisna od strani nastanka nepravilnosti, njenega položaja, časa pojava, vsebine kile in prostornine pljuč (1, 5). Primer obsežne prirojene diafragmalne kile je prikazan na sliki 1.

Prirojene nepravilnosti v razvoju pljuč

Prirojene razvojne nepravilnosti pljuč zajemajo 5–18 % prirojenih nepravilnosti in se pojavljajo z incidenco približno 30–42/100.000 novorojencev (6, 7). Pojem združuje prirojeno razvojno nepravilnost dihalnih poti, bronhopulmonalno sekvestracijo, bronhialno atrezijo in bronhogene ciste. Vrsta nepravilnosti je odvisna od časa nastanka zapore tekom razvoja ploda in njenega mesta v bronhialnem vejevju. Zaradi pogosto mešanih okvar je natančna prenatalna določitev vrste nepravilnosti težka (1).

Prirojena razvojna nepravilnost dihalnih poti (PRNDP)

PRNDP, ki je bila predhodno poimenovana prirojena cistična adenomatoidna razvojna nepravilnost pljuč, zajema 30–40 % vseh prirojenih bolezni pljuč. Zanj je značilno cistično spremenjeno pljučno tkivo, ki je povezano z bronhialnim vejevjem. PRNDP je zaradi značilnega cističnega videza običajno prepoznana že z UZ. Vloga fetalnega MR-slikanja je predvsem v oceni prostornine spremenjenega tkiva v primerjavi s prostornino zdravih pljuč in natančnejši razmejitvi prizadetih pljučnih režnjev (1). Zdravljenje ni povsem dorečeno. Pri asimptomatskih bolnikih je priporočen konzer-



Slika 1. Deček, 24. teden gestacije. Prikazani so T2-poudarjeni posnetki v koronalni ravnini v treh različnih presekih. S puščicami so označene črevesne vijuge, ki izpolnjujejo levi del prsnega koša, kar je znak prirojene diafragmalne kile. A – anteriorni presek, B – medialni presek, C – posteriorni presek, * – na slikah A in B je videti, da je v prsni koš herniiran tudi del želodca.

vativen pristop. Le okoli 10 % bolnikov razvije simptome. Pri njih zdravljenje poteka kirurško, z odstranitvijo prizadetega dela pljuč (6).

Bronhopulmonalna sekvestracija (BPS)

BPS zajema do 6 % prirojenih pljučnih nepravilnosti. Predstavlja del nefunkcionalnega pljučnega tkiva, ki se običajno nahaja ob pljučih v prsnem košu ali v trebušni votlini tik pod prepono. BPS ni povezana z normalnim bronhopulmonalnim vejevjem in ima značilno prekrvavitve, ki navadno poteka preko aberantne sistemske arterije (8). Fetalno MR-slikanje omogoča natančno določitev lege BPS in prikaz sistemskega arterijskega žilja (1). Zaradi možnih ponavljajočih se okužb, krvavitve, maligne preobrazbe tkiva in drugih zapletov je zdravljenje izbora kirurška odstranitev BPS (6).

Bronhialna atrezija (BA)

BA nastane zaradi motnje v razvoju dihalnih poti na katerikoli višini bronhialnega vejevja. Domneva se, da je nastanek BA posledica znotrajmaternične ishemije (9). Dihalne poti distalno od atrezije se razširijo in izpolnijo s sluzjo (mukokela). Na UZ se kaže z neznačilno sliko hiperehogenih razpetih pljuč. Fetalno MR-slikanje omogoča prikaz mukokele s povišanim signalom na T2-poudarjeni sekvenci (1). Kirurško zdravljenje je potrebno pri otrocih z zapleti, kot so ponavljajoče okužbe, dispneja ali hemoptize (10).

Bronhogena cista (BC)

BC je s tekočino izpolnjen in razširjen slepi konec sapnice, ki nastane kot posledica nepravilnega razvoja pračrevesa. Najpogostejše jo najdemo v mediastinumu, v bližini karine, redkeje se razvije v pljučnem parenhimu. Lahko pritiska na mediastinum ali na zračne poti in tako vodi v obstruktivno pljučno razširitev. Na UZ ima največkrat videz preproste ciste mediastinuma.

Povišan signal na T2-poudarjeni sekvenci omogoča natančen prikaz BC in morebitnih razširitev pljuč, ki nastanejo kot posledica bronhialne kompresije (1). Zdravljenje je kirurško z odstranitvijo ciste (11).

Nepravilnosti srca

Prirojene srčne napake so najpogostejše prirojene nepravilnosti in glavni vzrok smrti dojenčkov. Prikaz srčnih napak s fetalnim MR-slikanjem je zaradi majhnosti plodovega srca, hitrega srčnega utripa in plodovega gibanja težaven. Zaenkrat je uporaba fetalnega MR-slikanja pri oceni nepravilnosti srca omejena predvsem na raziskovalne namene in se le redko uporablja kot dodatna diagnostična metoda, ko ocena z UZ ni zanesljiva (3). Tovrstno slikanje pri nas še ni v klinični uporabi.

NEPRAVILNOSTI TREBUŠNE VOTLINE PLODA

Nepravilnosti prebavnega trakta

Atrezija požiralnika

Atrezija požiralnika nastane zaradi nepopolne ločitve pračrevesa na spredaj ležečo dihalno pot in zadaj ležečo prebavno cev. Incidenca je 1/3.500 živorojenih otrok. Ločimo več različnih vrst atrezije požiralnika. Z okoli 85-odstotno pojavnostjo je najpogostejša vrsta, za katero sta značilna proksimalen krn in distalna traheoezofagealna fistula (12).

V 50 % primerov imajo novorojenčki z atrezijo požiralnika pridružene nepravilnosti, ki si jih najlažje zapomnimo z mнемonično kratico VACTERL (13):

- nepravilnosti vretenc,
- analna atrezija,
- srčne napake (angl. *cardiac anomalies*),
- traheoezofagealna fistula,
- ezofagealna atrezija,
- renalne okvare,
- nepravilnosti okončin (angl. *limb anomalies*).

S prenatalno diagnostiko lahko ugotovimo okoli 40 % primerov atrezije požiralnika.

Prikaz proksimalnega krna je za atrezijo požiralnika patognomoničen, vendar je lahko otežen, saj si požiralnika na UZ-pregledih pogosto ne uspemo prikazati. Sum na atrezijo požiralnika pri UZ-pregledu povečata majhen ali odsoten želodec in prisotnost povečane količine plodovnice (14). Postavitev diagnoze olajša fetalno MR-slikanje, ki zaradi visokokонтastne ločljivosti slikanja s T2-poudarjeno sekvenco omogoča odličen prikaz razširjenega in s tekočino izpolnjenega proksimalnega krna. Omogoča tudi določitev razdalje med proksimalnim in distalnim krnom požiralnika, ki je pomemben podatek za načrtovanje kirurških posegov (1). Osnovno zdravljenje atrezije požiralnika predstavlja zgodnja kirurška oskrba. Preživetje pri otrocih s to nepravilnostjo omejujejo predvsem hude pridružene nepravilnosti (15).

Atrezija črevesa

Do atrezije črevesa pride pri 1/4.000 rojstev in verjetno nastane kot posledica ishemičnega infarkta. Atrezija tankega črevesa je veliko pogostejša od atrezije debelega črevesa. Na UZ se kaže z razširjenimi črevesnimi vijugami, ki so izpolnjene s tekočino. S pomočjo fetalnega MR-slikanja lahko mesto atrezije natančneje opredelimo, kar omogoča natančnejšo napoved prognoze bolezni. Izrazito zmanjšana količina mekonija v danki je slab napovedni kazalec in lahko poleg atrezije črevesa nakazuje tudi na cistično fibrozo (1, 16). Osnovno zdravljenje je kirurško, načrtovanje operacije pa je odvisno od mesta atrezije in dolžine ohranjenega črevesa. Zaradi napredka kirurškega zdravljenja in možnosti popolne parientalne prehrane smrti bolnikov zaradi atrezije črevesa skorajda ni (17).

Medenične cistične tvorbe

Medenične cistične tvorbe so pogosta prenatalna najdba. V to skupino uvrščamo ovarijske ciste, duplikacijske ciste, anorektalne nepravilnosti in drugo. Čeprav so

vidne na UZ, ima fetalno MR-slikanje pomembno vlogo predvsem pri diferencialni diagnostiki, saj omogoča natančnejšo opredelitev vrste in vsebine cist (1).

Ovarijske ciste

Ovarijske ciste so najpogostejše opažene medenične cistične tvorbe pri ženskih plodovih. Pojavijo se pri 1/2.600 nosečnosti, najpogostejše v tretjem trimesečju nosečnosti, kot posledica vpliva hormonskega stanja nosečnice in v 50 % spontano izginejo v prvih mesecih po rojstvu. UZ je metoda izbora za diagnosticiranje enostavnih cist. Dodatna slikovna diagnostika je potrebna samo v primeru zapletov (npr. krvavitve v cisto ali torzija), katerih posledica je povečanje ciste ali sprememba njene vsebine. Takrat uporabimo fetalno MR-slikanje, ki omogoča natančnejšo opredelitev ciste in načrtovanje kirurškega zdravljenja (1, 18). Če pride do torzije ali krvavitve v cisto v prenatalnem obdobju, sta po zagotovljenem dozorevanju pljuč potrebna umetno sproženje poroda in čim zgodnejša operacija (19).

Anorektalne nepravilnosti

Napaka v razvoju urorektalnega pretina vodi v nepopolno ločitev prebavnega in urogenitalnega trakta. Pojavi se pri 1/2.500–5.000 živorojenih otrok. Anorektalne nepravilnosti so raznovrstne in zajemajo številna stanja (od preprostih napak, kot je membrana zadnjika, do kompleksnejše kloake). Ločitev med temi nepravilnostmi je pomembna zaradi različne prognoze (1). Z UZ-pregledom lahko posumimo na anorektalno nepravilnost v primeru s tekočino napolnjene in razširjene danke. Vendar UZ-diagnoza ni zanesljiva in zajema veliko diferencialno diagnostičnih možnosti, zato je za natančnejšo opredelitev nepravilnosti uporabnejše fetalno MR-slikanje. Na fetalni MR-sliki se normalna danka prilega sečnemu mehurju in sega vsaj 10 mm pod njegov vrat (20). Zdravljenje novorojenčka

z anorektalno nepravilnostjo je odvisno od vrste nepravilnosti. Pri enostavnih oblikah se opravi takojšnja dokončna kirurška poprava, pri kompleksnejših oblikah pa se sprva napravi začasna kolostoma, ki ji kasneje sledi dokončna kirurška oskrba nepravilnosti (21). Primer anorektalne nepravilnosti, prikazan s fetalnim MR-slikanjem, je na sliki 2.

Tumori trebušne votline

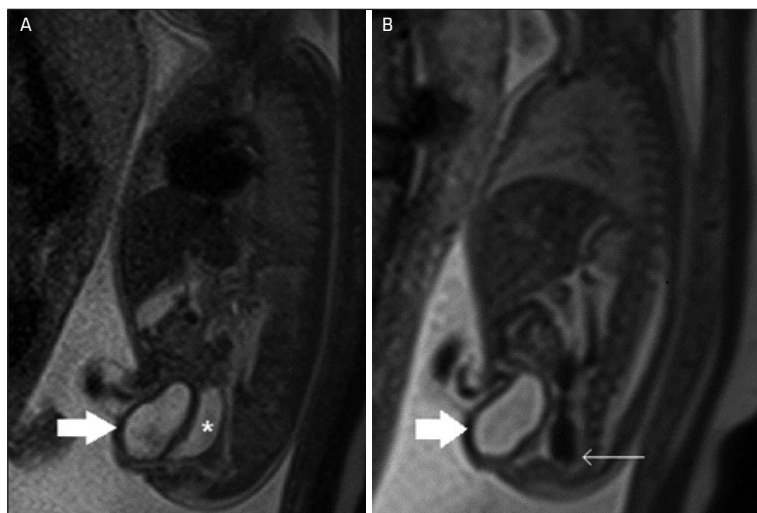
Sakrokocigealni teratom

Sakrokocigealni teratom je najpogostejši med teratomi pri plodu. Razvije se na sprednji strani trtice in se razširi znotraj ali izven trebušne votline. Večina tovrstnih teratomov je benignih, njihova prognoza pa je odvisna predvsem od razraščanja v trebušni votlini in vdora v hrbtenični kanal (1). Plodovi s sakrokocigealnim teratomom imajo visoko tveganje za prezgodnji porod in okoli 13–16 % obporodno smrtnost (22). Vloga fetalnega MR-slikanja je predvsem natančna določitev obsega tumorja in njegovega vpliva na priležne organe. Ključna

je tudi določitev cističnih in čvrstih komponent tumorja, saj ima to lahko pomemben vpliv na načrtovanje poroda. Cistične dele tumorja je namreč mogoče pred porodom izprazniti in s tem olajšati porod. Če je tumor večji od 5 cm, se priporoča porod s carskim rezom. Po porodu se ponavadi v nekaj dneh opravi kirurški izrez tumorja (1, 23).

Limfatične nepravilnosti

Limfatične nepravilnosti tvorijo cistično razširjeni limfatični vodi. Največkrat jih najdemo v vratni ali mediastinalni regiji, lahko pa nastanejo tudi drugod v prsnem košu ali trebušni votlini. Na UZ imajo videz večprekatnih anehogenih cističnih tvorb, ki v primeru znotrajcistične krvavitve postanejo ehogene. Vloga fetalnega MR-slikanja pri diagnostiki limfatične nepravilnosti je določitev obsega tvorbe in njene vsebine. Če se tvorba nahaja v prsnem košu, je pomembna tudi ocena morebitnega pritiska na dihalne poti (1, 24). V splošnem velja, da je limfatične nepravilnosti treba



Slika 2. Deklica z zapleteno anorektalno nepravilnostjo, 25. teden gestacije. Prikazana sta posnetka T2-poudarjenega slikanja v sagitalni ravnini v dveh različnih presekih. Na posnetkih sta z debelo belo puščico in zvezdico (*) označeni cistični strukturi, ki predstavljata s tekočino izpolnjeni podvojeni nožnici. Tanka bela puščica na sliki B označuje z mekonijem izpolnjeno danko, ki sega le do višine dna sečnega mehurja, kar je značilno za anorektalno nepravilnost.

zdraviti, saj se povečujejo sorazmerno z rastjo bolnika in pritiskajo na priležne organe. Kirurški izrez je dolgo veljal za terapijo izbora, v zadnjih 20 letih pa ga je nadomestila manj invazivna transkutana skleroterapija (25).

Ledvični tumorji

Približno 5 % perinatalnih tumorjev se razvije iz ledvic. Najpogostejši med njimi je mezoblastni nefrom. To je benigni mezenhimski ledvični tumor, ki se pojavlja v tretjem trimesečju nosečnosti. Na UZ se ponavadi kaže kot velika, dobro omejena enotna tvorba v ledvici (26). Fetalno MR-slikanje je najbolj natančna metoda za določitev mesta izvora tumorja in njegove velikosti, vendar enako kakor UZ ne omogoča zanesljivega razlikovanja mezoblastnega nefroma od drugih, sicer redkejših tumorjev, npr. Wilmsovega tumorja (27). Prognoza je po kirurški odstranitvi običajno dobra (26).

Nevroblastom

Nevroblastom je najpogostejši maligni tumor novorojencev in predstavlja 20 % neonatalnih malignomov. V neonatalnem obdobju se več kot 90 % nevroblastomov razvije v nadledvičnih žlezah, medtem ko se pri starejših otrocih tam pojavi le pri okoli 35 % primerov. Ponavadi so odkriti v tretjem trimesečju nosečnosti. Na UZ so najdbe neznailne. Majhni fetalni nevroblastomi imajo običajno videz hiperehogene mehkotivne tvorbe in jih je težko ločiti od znotrajtrebušne pljučne sekvstracije ali maščobnega tkiva (26). Fetalno MR-slikanje je uporabno za natančnejšo opredelitev obsega tumorja, oceno morebitnih jetrnih, pljučnih ali kostnih zasevkov ter v primeru cističnih tvorb za izključitev krvavitve v nadledvičnico (28). Prognoza novorojenčka s fetalnim nevroblastomom, ki ne ogroža življenja ali organov, je zelo dobra, saj ti pogosto spontano izginejo (26). V okoli 20 % primerov pride do pritiska na hrbtenjačo,

kar zahteva invazivnejše zdravljenje s steroidi in kemoterapijo, ki ima prednost pred nevrokirurgijo in radioterapijo (29).

Nepravilnosti sečil

Sečni megamehur

Diagnoza sečnega megamehurja se postavi, če dolga os mehurja na sagitalnem UZ-preseku meri več kot 30 mm v drugem ali več kot 50 mm v tretjem trimesečju nosečnosti (1). Najpogostejša vzroka za nastanek sta zaklopka in zožitev sečnice. Prenatalna postavitev diagnoze sečnega megamehurja je večinoma enostavna, težja je etiološka opredelitev vzrokov za njegov nastanek. Fetalno MR-slikanje omogoča boljše opredelitev vzrokov ter diferencialno diagnostičnih možnosti kot UZ-pregled. Postavitev diagnoze sečnega megamehurja v prvem trimesečju nosečnosti je povezana s 25%-odstotno verjetnostjo za obstoj kromosomskih napak ploda, zato je v takšnih primerih priporočljiva določitev kariotipa ploda, na podlagi katerega se lažje odloči o nadaljnjem ukrepanju (30). Pri hujših oblikah kromosomskih nepravilnosti je smiselno razmisliti o prekinitvi nosečnosti, medtem ko pri enostavnejših oblikah zdravljenje sečnega megamehurja poteka z odpravo vzroka zapore (31).

Multicistična displastična ledvica (MCDL)

MCDL se pojavlja z incidenco 1/4.300 novorojenčkov in je najpogostejša prenatalna ledvična najdba. Pojavi se lahko enostransko, obojestransko ali pa v kombinaciji z drugimi nepravilnostmi sečil, kot so ektopičen sečevod, ureterovezikalna zožitev, ureterokela ali zaklopka sečnice. Približno 25 % enostranskih MCDL ima pridružene nepravilnosti tudi kontralateralno. Obojestranska MCDL običajno ni združljiva z življenjem. Prenatalni UZ predstavlja prvo stopnjo v diagnostiki MCDL. V primeru oteženega UZ-pregleda zaradi debelosti matere, manjše količine plodovnice ali

drugih razlogov, uporabimo fetalno MR-slikanje. To omogoča natančen obojestranski prikaz ledvic in ločevanje MCDL od drugih cističnih ledvičnih bolezni, saj ciste pri MCDL značilno niso povezane med seboj (32). Prognoza ploda je ob izolirani enostranski MCDL ugodna. Po rojstvu se MCDL zaradi možnosti razvoja hipertenzije ali malignoma kirurško odstrani (33). Primer MCDL, prikazan s fetalnim MR-slikanjem, je na sliki 3.

Omfalokela in gastroschiza

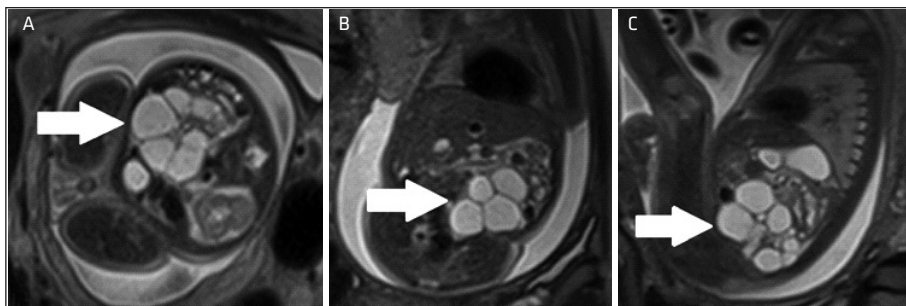
Omfalokela je napaka v sprednji trebušni steni v predelu popka, skozi katerega se boči del črevesa ali ostali trebušni organi. Vsebino omfalokele prekriva membrana. Pojavi se pri 1/4.000 živorojenih otrok, v 72 % primerov jo spremljajo pridružene nepravilnosti srca, sečil, spolovil, prebavil, mišično-kostnega sistema, živčevja ali glave in vratu. V 30–40 % se pojavlja pri kromosomskih nepravilnostih (trisomijah 13 in 18). S prenatalnim UZ se diagnozo omfalokele uspešno postavi v 66–93 % primerov. Fetalno MR-slikanje omogoča natančnejšo anatomsko oceno in zanesljivejšo diagnozo (34). Omfalokele so zaradi visoke pojavnosti pridruženih prirojenih nepravilnosti povezane z visoko umrljivostjo. Smrtnost v primeru pridruženih nepravilnosti dosega 80 % in naraste do 100 %, kadar so pridružene kromosomske ali srčno-žilne

napake. V primeru izolirane omfalokele se smrtnost zniža na 10 % (35).

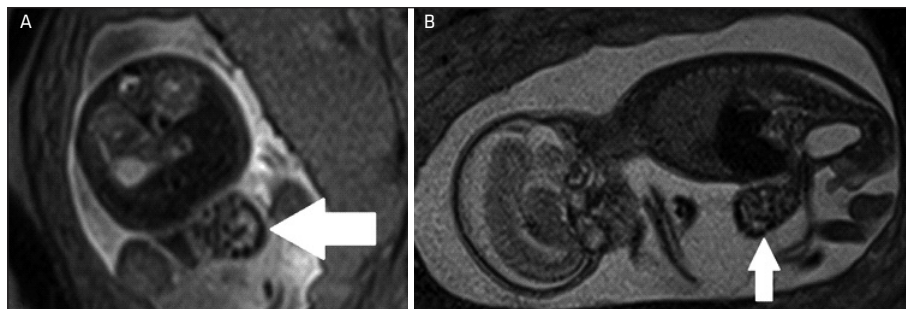
Gastroschiza je izbočenje trebušne vsebine skozi napako v trebušni steni, ki se nahaja desno ob popku. Pojavlja se pri 1/10.000 živorojenih otrok in je torej redkejša od omfalokele (34). Razlikovanje med obema temelji predvsem na lokaciji napake v trebušni steni in na podatku, da pri gastroschizi izbočeni del črevesa ni prekrit z membrano, temveč je v neposrednem stiku s plodovnico. Ločevanje med omenjenima diagnozama je izrednega pomena, saj so gastroschizam pridružene nepravilnosti redkejšje ter blažje in največkrat prizadenejo prebavila v obliki atrezije ali stenoze. Fetalno MR-slikanje v primeru gastroschize prikaže v plodovnici prosto plavajoče črevesne vijuge, ujete skozi nepravilnost v trebušni steni, ki se nahaja desno od vstopa popkovnice. Razširitev vijug lahko nakazuje na nepravilnosti, kot sta atrezija ali stenoza (34). Pri bolnikih z gastroschizo po končani kirurški oskrbi lahko pričakujemo odlično preživetje in pričakovan normalen razvoj (36). Primer gastroschize, prikazan s fetalnim MR-slikanjem, je na sliki 4.

ZAKLJUČEK

MR-slikanje pri plodu se uporablja kot dopolnilna diagnostična metoda za oceno



Slika 3. Deklica, 23. teden gestacije. Prikazani so posnetki T2-poudarjenega slikanja v različnih ravninah. S puščico je označena velika večprekatna cistična tvorba, ki se nahaja v trebuhu levo. Ciste med seboj niso povezane. Normalna leva ledvica v trebuhu ni bila prisotna. Opisano stanje je značilno za multicistično displastično ledvico. A – transverzalna ravnina, B – koronalna ravnina, C – sagitalna ravnina.



Slika 4. Deček, 23. teden gestacije. Prikazana sta posnetka T2-poudarjene sekvence v dveh ravninah. S puščico je označeno izbočenje črevesnih vijug. Črevesne vijuge niso obdane z membrano, napaka v sprednji trebušni steni pa je ob popkovnici, kar sta značilnosti, ki nakazujeta diagnozo gastroschize. A – transverzalna ravnina, B – sagitalna ravnina.

nepravilnosti prsne in trebušne votline v primerih, ko natančna določitev diagnoze samo z UZ ni možna. MR-slikanje ima odlično prostorsko in kontrastno ločljivost, omogoča prikaz v treh ravninah in zajema široko pregledno polje, kar še posebej olaj-

ša oceno v primeru velikih in zapletenih nepravilnosti. V prihodnosti pričakujemo nadaljnje izboljšave pri tehniki slikanja, boljše dostopnost MR-naprav in posledično vse večji pomen fetalnega MR-slikanja pri obravnavi ploda.

LITERATURA

1. Cassart M. Fetal body imaging: When is MRI indicated? *J Belg Soc Radiol.* 2017; 101 (Suppl 1): 3.
2. Saleem SN. Fetal MRI: An approach to practice: A review. *J Adv Res.* 2014; 5 (5): 507–23.
3. Dong SZ, Zhu M, Ji H, et al. Fetal cardiac MRI: A single center experience over 14-years on the potential utility as an adjunct to fetal technically inadequate echocardiography. *Sci Rep.* 2020; 10 (1): 123–73.
4. Kadir D, Lilja HE. Risk factors for postoperative mortality in congenital diaphragmatic hernia: A single-centre observational study. *Pediatr Surg Int.* 2017; 33 (3): 317–23.
5. Badillo A, Gingalewski C. Congenital diaphragmatic hernia: Treatment and outcomes. *Semin Perinatol.* 2014; 38 (2): 92–6.
6. Andrade CF, Ferreira HP, Fischer GB. Congenital lung malformations. *J Bras Pneumol.* 2011; 37 (2): 259–71.
7. Annunziata F, Bush A, Borgia F, et al. Congenital lung malformations: Unresolved issues and unanswered questions. *Front Pediatr.* 2019; 7: 239.
8. Halkic N, Cuénoud PF, Corthésy ME, et al. Pulmonary sequestration: A review of 26 cases. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998; 14 (2): 127–33.
9. Gipson MG, Cummings KW, Hurth KM. Bronchial atresia. *Radiographics.* 2009; 29 (5): 1531–5.
10. Wang Y, Dai W, Sun Y, et al. Congenital bronchial atresia: Diagnosis and treatment. *Int J Med Sci.* 2012; 9 (3): 207–12.
11. Sarper A, Ayten A, Golbasi I, et al. Bronchogenic cyst. *Tex Heart Inst J.* 2003; 30 (2): 105–8.

12. Chittmittrapap S, Spitz L, Kiely EM, et al. Oesophageal atresia and associated anomalies. *Arch Dis Child*. 1989; 64 (3): 364–8.
13. Spitz L. Oesophageal atresia. *Orphanet J Rare Dis*. 2007; 2: 24.
14. Ethun CG, Fallon SC, Cassidy CI, et al. Fetal MRI improves diagnostic accuracy in patients referred to a fetal center for suspected esophageal atresia. *J Pediatr Surg*. 2014; 49 (5): 712–5.
15. Pinheiro PF, Simões e Silva AC, Pereira RM. Current knowledge on esophageal atresia. *World J Gastroenterol*. 2012; 18 (28): 3662–72.
16. Rubio EI, Blask AR, Badillo AT, et al. Prenatal magnetic resonance and ultrasonographic findings in small-bowel obstruction: Imaging clues and postnatal outcomes. *Pediatr Radiol*. 2017; 47 (4): 411–21.
17. Osuchukwu OO, Rentea RM. Ileal Atresia. Statpearls [internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [citirano 2020 Oct 10]. Dosegljivo na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557400/>
18. Nemec U, Nemec SF, Bettelheim D, et al. Ovarian cysts on prenatal MRI. *Eur J Radiol*. 2012; 81 (8): 1937–44.
19. Akin MA, Akin L, Özbek S, et al. Fetal-neonatal ovarian cysts – their monitoring and management: Retrospective evaluation of 20 cases and review of the literature. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2010; 2 (1): 28–33.
20. Podberesky DJ, Towbin AJ, Eltomey MA, et al. Magnetic resonance imaging of anorectal malformations. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2013; 21 (4): 791–812.
21. Gangopadhyay AN, Pandey V. Anorectal malformations. *J Indian Assoc Pediatr Surg*. 2015; 20 (1): 10–5.
22. Firszt OP, Myga-Porosiło J, Pośpieszny K, et al. Radiological features of sacrococcygeal teratomas in fetal magnetic resonance imaging and computed tomography: A case report. *Pol J Radiol*. 2018; 83: e19–23.
23. Peiró JL, Sbragia L, Scorletti F, et al. Management of fetal teratomas. *Pediatr Surg Int*. 2016; 32 (7): 635–47.
24. Lal A, Gupta P, Singhal M, et al. Abdominal lymphatic malformation: Spectrum of imaging findings. *Indian J Radiol Imaging*. 2016; 26 (4): 423–8.
25. Elluru RG, Balakrishnan K, Padua HM. Lymphatic malformations: Diagnosis and management. *Semin Pediatr Surg*. 2014; 23 (4): 178–85.
26. Cho JY, Lee YH. Fetal tumors: Prenatal ultrasonographic findings and clinical characteristics. *Ultrasonography*. 2014; 33 (4): 240–51.
27. Singh SP. Mesoblastic nephroma imaging [internet]. Medscape; 2019 [citirano 2020 Oct 22]. Dosegljivo na: <https://emedicine.medscape.com/article/411147-overview>
28. Werner H, Daltro P, Davaus T, et al. Fetal neuroblastoma: Ultrasonography and magnetic resonance imaging findings in the prenatal and postnatal IV-S stage. *Obstet Gynecol Sci*. 2016; 59 (5): 407–10.
29. Fisher JPH, Tweddle DA. Neonatal neuroblastoma. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2012; 17 (4): 207–15.
30. Hindryckx A, De Catte L. Prenatal diagnosis of congenital renal and urinary tract malformations. *Facts Views Vis Obgyn*. 2011; 3 (3): 165–74.
31. She F, Dong S, Yuan B, et al. Diagnosis of fetal megacystis with chromosomal abnormality by 2D prenatal ultrasound: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (46): e8589.
32. Ji H, Dong SZ. Magnetic resonance imaging for evaluation of foetal multicystic dysplastic kidney. *Eur J Radiol*. 2018; 108: 128–32.
33. van Eijk L, Cohen-Overbeek TE, den Hollander NS, et al. Unilateral multicystic dysplastic kidney: A combined pre- and postnatal assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2002; 19 (2): 180–3.
34. Matos APP, Duarte LB, Castro PT, et al. Evaluation of the fetal abdomen by magnetic resonance imaging part 2: Abdominal wall defects and tumors. *Radiol Bras*. 2018; 51 (3): 187–92.
35. Emanuel PG, Garcia GI, Angtuaco TL. Prenatal detection of anterior abdominal wall defects with US. *Radiographics*. 1995; 15 (3): 517–30.
36. Henrich K, Huemmer HP, Reingruber B, et al. Gastroschisis and omphalocele: Treatments and long-term outcomes. *Pediatr Surg Int*. 2008; 24 (2): 167–73.