

RADIOLOŠKE METODE U DIJAGNOSTICI TUPE TRAUME ABDOMENA DJEČJE DOBI

ANAMARIJA BOŽIĆ, MARKO BAŠKOVIĆ¹, ANA TRIPALO BATOŠ¹ i BOŽIDAR ŽUPANČIĆ¹

Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet i ¹Klinika za dječje bolesti Zagreb, Zagreb, Hrvatska

Tupa trauma abdomena kod djece je vodeći uzrok mortaliteta, morbiditeta i trajne invalidnosti. Najčešće ozlijeđeni organi zbog tupe traume abdomena su slezena, jetra, bubrezi, gušterača, dok su ozljede crijeva i mokraćnog mjehura rjeđe. Dijagnostika tupe traume abdomena kod djece otežana je te bi bez primjene radioloških metoda bila nepouzdana. Najčešće korištene radiološke metode su kompjuterizirana tomografija (CT) i ultrazvuk. Kod hemodinamski stabilne djece metoda izbora u dijagnostici tupe traume abdomena je CT. Ako postoji potreba za brzom slikovnom dijagnostikom hemodinamski nestabilne djece primjenjuje se ultrazvuk uz krevet djeteta. Primjena ultrazvuka u dijagnostici tupe traume abdomena je ograničena.

Ključne riječi: tupa trauma abdomena, dječja trauma, dječja radiologija

Adresa za dopisivanje: Marko Bašković, dr. med.
Klinika za dječje bolesti Zagreb
Ulica Vjekoslava Klaića 16
10 000 Zagreb, Hrvatska
E-pošta: baskovic.marko@gmail.com

UVOD

Trauma je vodeći uzrok smrtnosti u dječjoj populaciji pri čemu tupa trauma abdomena čini glavni uzrok morbiditeta, mortaliteta i trajne invalidnosti (1,2). Nastanak tupe traume abdomena kod djece uzrokovan je prometnim nesrećama, padom s visine, ozljedama upravljačem bicikla, sportskim ozljedama te namjerno nanesenim ozljedama. Najčešće ozlijeđeni organi prilikom tupe traume abdomena su slezena, zatim jetra, gušterača, bubrezi, tanko crijevo, dok najrjeđe susrećemo ozljede mokraćnog mjehura (2,3).

Razlike u anatomiji i fiziologiji dječjeg tijela u odnosu na odrasle prigodom abdominalne traume uzrok su različitom pristupu zbrinjavanju teško ozlijeđenog djeteta u odnosu na odraslu osobu. Stijenka abdomena djece ima tanji sloj masnog i vezivnog tkiva i slabije razvijene mišiće pružajući manju zaštitu abdominalnim organima. Rebra su zbog svoje povećane fleksibilnosti manje sklona prijelomu, ali lakše prenose energiju udarca na unutarnje organe, poglavito jetru i slezenu. Krvne žile su im manjeg promjera s poboljšanim vazokonstriktorskim odgovorom tako da krvarenje kod ozljeda parenhimskih organa često prestaje spontano.

Bubrezi još uvijek imaju fetalnu lobuliranu građu što ih čini podložnijima ozljedi.

Pristup i klinička procjena djeteta s tupom traumom abdomena je zahtjevan zadatak koji je često kompliciran nepouzdanom fizičkom pregledom (4,5) i prisutnosti ozljeda niza organskih sustava koji se kod tupe traume abdomena javljaju u 5-10 % pacijenata, dok kod djece u predpubertetskoj dobi taj broj raste do 25 % (6,7). Smrtnost je najmanja kod izolirane ozljede slezene, jetre, bubrega i gušterače (<20 %), dok se postotak penje ako je uključena ozljeda gastrointestinalnog trakta (>20 %). Ako su ozljedom zahvaćene velike krvne žile smrtnost je veća od 50 % (8). Zbog toga dijagnostičke slikovne metode imaju važnu ulogu u dijagnostici i planiranju liječenja ozlijeđene djece.

DIJAGNOSTIKA TUPE TRAUME ABDOMENA

Dijagnostika tupe traume abdomena kod djece otežana je činjenicom da djeca često ne mogu verbalizirati simptome i lokalizaciju boli. Fizikalnim pregledom mogu se naći abdominalne modrice, izostanak crijev-

ne peristaltike, bolovi u abdomenu, bolovi u lijevom ramenu (Kehrov znak), distenzija abdomena, povraćanje, krvarenje iz rektuma, hematurija te neurološki deficit. Važan utjecaj na procjenu opsega traume kod djece ima i poremećaj laboratorijskih parametara kao što su snižene vrijednosti hematokrita i hemoglobina, povišene vrijednosti amilaza, lipaza, transaminaza (ALT, AST) te metabolička acidoza. No, prema Capraro i sur. standardni laboratorijski parametri ne mogu služiti kao probirna metoda u dijagnostici tupe traume abdomena (7).

Hemodinamska stabilnost i odsutnost neposrednih ekstraabdominalnih životno ugrožavajućih ozljeda primarni su zahtjevi koji moraju biti zadovoljeni kako bi se utvrdila mogućnost uporabe slikovnih dijagnostičkih metoda (12). Indikacije za radiološku obradu su fizikalni pregled i laboratorijski parametri.

Najčešća indikacija za slikovnu obradu nakon tupe traume abdomena jest hematurija (9). Hematurija nije povezana samo s ozljedom urinarnog trakta. Prema Tayloru i sur. većina djece s hematurijom nema ozljedu urinarnog trakta, mnogo se češće sumnja na ozljedu drugih abdominalnih organa te je hematurija pokazatelj visokog rizika za abdominalnu ozljedu i posljedičnu potrebu slikovne obrade (9,10).

Uz hematuriju na visoki rizik od postojanja abdominalne traume ukazuje i osjetljivost abdominalne stijenke, abdominalne modrice i niski trauma rezultat. Pojasaste abdominalne modrice pokazatelj su visokog rizika za postojanje abdominalne traume (11). One nastaju kao posljedica pritiska sigurnosnog pojasa o donji dio abdomena ili boka putnika stradali u sudaru motornih vozila.

Kompjutorizirana tomografija (CT)

CT s intravenskim kontrastom zlatni je standard u dijagnostici tupe traume abdomena kod hemodinamski stabilne djece (12). Hemodinamski nestabilnu djecu treba prije snimanja stabilizirati ili uputiti na hitnu eksplorativnu laparotomiju. Ako postoji potreba za brzom slikovnom dijagnostikom, treba učiniti ultrazvuk uz krevet djeteta. Indikacije za primjenu CT-a su sljedeće; bolnost abdomena, znak sigurnosnog pojasa, AST >200 IU/L, ALT >125 IU/L, hematurija >50 eritrocita/VP, pad hematokrita <30%, nemogućnost provođenja pregleda kod djeteta <3 godine te kod mentalno oštećenog djeteta. CT omogućuje otkrivanje ozljeda parenhimskih i šupljih organa, prisutnost intraperitonejskog i ekstraperitonejskog izljeva i plina, hematoma, aktivnog krvarenja te pridružene ozljede rebra, kralježnice i zdjelice. CT pregled abdomena obuhvaća područje od razine donjeg prsišta do simfize. Kako se napretkom tehnologije smanjilo vrijeme

trajanja snimanja, sedacija pacijenta je sve rjeđe potrebna. Glavni razlog artefakta je pomicanje pacijenta što smanjuje kvalitetu slike i otežava očitavanje, pa je ponekad neizbježna primjena kratko djelujućeg sedativa, ako to dopušta stanje pacijenta. Na kvalitetu slike utječu brojni artefakti od kojih je kod traumatiziranih pacijenata najčešći artefakt prisutnost metalnih čestica u polju snimanja što najsvremeniji softverski programi uspijevaju zaobići.

Ako stanje pacijenta dopušta, prigodom snimanja koristi se intravensko kontrastno sredstvo kako bi se omogućilo otkrivanje aktivnog krvarenja. Kontrast se primjenjuje u bolusu u dozi od 2 mL/ kg (12-14) primjenom tehnika snimanja ovisno o tipu CT uređaja. Snimke se rade prije i nakon uporabe intravenskog kontrasta ovisno o postavljenoj sumnji koji je organ ozlijeđen u arterijskoj, venskoj i/ ili odgođenoj fazi (12,14). Melikian i sur. su također pokazali da kod pacijenata kod kojih postoji sumnja na rupturu slezene, CT snimke u arterijskoj fazi pokazuju osjetljivost od 80 % (15).

Uporaba oralnog kontrastnog sredstva kod tupe traume abdomena je kontroverzna (16). Oralno kontrastno sredstvo može pomoći u detekciji diskretne rupture crijeva koja se opisuje kao ekstravazacija kontrasta, ali jednostavno je primjenom različitih načina analize slike detektirati i minimalni pneumoperitoneum bez primjene peroralnog kontrastnog sredstva. Nedostaci peroralne aplikacije kontrasta su vremensko ograničenje, jer kontrast treba primijeniti najmanje 30 minuta prije početka pretrage, mogućnost povraćanja s aspiracijom sadržaja, smanjen motilitet crijeva zbog traume koji ograničava pregled dalje od tankog crijeva i nastanak artefakata zbog kontakta sa zrakom u želucu. Multicentrične studije jasno ukazuju da gotovo nema razlike u osjetljivosti identifikacije intraabdominalne ozljede, ako se uz intravenski kontrast koristi i oralni (17).

Zabrinjavajuća je činjenica da se CT diljem svijeta koristi u većoj mjeri od potrebne (18) bez jasno postavljenih indikacija pritom znajući da je CT najveći pojedinačni izvor zračenja u dijagnostičkim pretragama. Djeca su pod većim rizikom od utjecaja zračenja od odraslih, radiosenzitivnija su te imaju više preostalih godina života tijekom kojih se može razviti zračenjem inducirana maligna bolest. Studije provedene u Australiji i Velikoj Britaniji pokazale su 24 %-tno povećanje pojave karcinoma kod djece koja su bila izložena ionizirajućem zračenju CT-a (19,20). Procjenjuje se kako se u SAD-u godišnje učini oko 8 milijuna CT pretraga u djece (21). Stoga je veoma bitno racionalizirati i smanjiti dozu zračenja CT-om. Kod primjene CT-a treba slijediti principe ALARA (*as low as reasonably achievable*) (22).

Ultrazvuk

Primjena ultrazvuka u dijagnostici tupe traume abdomena ograničena je no izuzetno korisna u inicijalnoj procjeni. Ultrazvuk pokazuje nisku specifičnost za direktno otkrivanje ozljede visceralnih organa (23). U dijagnostici traume slezene standardni ultrazvuk je prema Krupnick i sur. pokazao nisku osjetljivost i degradaciju stupnja ozljede (24).

Tehnike koje se koriste u dijagnostici tupe traume abdomena su fokusirana abdominalna sonografija za traumu (FAST) i ultrazvuk s kontrastnim sredstvom (*Contrast-Enhanced Ultrasound*, CEUS). FAST protokol ciljani je ultrazvučni pregled abdomena i osrčja u traumatiziranih bolesnika. Cilj je protokola utvrditi postojanje slobodne tekućine (krvi) u abdomenu ili perikardu. Pretražuju se četiri prostora: hepatorenalni (Morisonov), splenorenalni, zdjelični te perikardijski prostor. Ben-Ishay i sur. opisuju osjetljivost od 50 % i specifičnost od 88% pri uporabi FAST tehnike u detekciji slobodne tekućine (25). Negativni FAST nema adekvatnu osjetljivost ili negativnu prediktivnu vrijednost za isključivanje intraabdominalnih ozljeda, osobito ozljeda solidnih organa.

Kontrast koji se koristi u CEUS-u je otopina mikromjehurića inertnog plina okruženih stabilizatorima membrane. Kontrast se zadržava intravaskularno, a iz organizma se izbacuje disanjem, dok se stabilizatori membrane metaboliziraju u jetri (26). Kako se kontrast zadržava unutar krvnih žila, nema prodiranja u intersticij te se ne filtrira bubrezima (27). CEUS pokazuje osjetljivost od 92,2 % i specifičnost od 100 % u dijagnostici tupe traume abdomena u djece (28).

Prednosti ultrazvuka su njegova dostupnost uz krevet bolesnika i brzina izvedbe što kod hemodinamski nestabilnih pacijenata može dati orijentacijski uvid u abdominalnu traumu prije kirurškog liječenja.

Standardni rendgenogram

Standardni rendgenogram ima veoma ograničenu ulogu u dijagnostici tupe traume abdomena. Njime ne možemo prikazati abdominalne organe i tako dobiti direktne dokaze abdominalne ozljede, ali možemo prikazati prijelom rebara ili prisutnost slobodnog zraka u abdomenu što može postaviti sumnju i biti indirektni pokazatelj ozljede abdominalnih organa. Pneumoperitoneum nalazimo u manje od 33 % bolesnika s gastrointestinalnom ozljedom nakon tupe traume abdomena (29-31). Intestinalna pneumatoza i plin u ograncima vene porte zabilježeni su kod zlostavljane djece koja nisu odmah dovedena u bolničku ustanovu (32,33).

Zbog ograničenih dijagnostičkih mogućnosti, često predstavlja nepotrebnu izloženost pacijenta zračenju i kosi se s principom ALARA.

Magnetska rezonancija (MR)

Magnetska rezonancija je dijagnostička metoda snimanja koja vizualizira strukturu tkiva s velikom prostornom razlučivošću i kontrastom između različitih vrsta tkiva prigodom čega ne koristi ionizirajuće zračenje. Stoga, magnetska rezonancija je potencijalna metoda u praćenju konzervativno liječenih pacijenata nakon tupe traume abdomena (*follow-up*). Uporaba magnetske rezonancije u dijagnostici tupe traume abdomena kod djece ograničena je relativno dugim vremenom pretrage, potrebom za suradnjom pacijenta te potencijalnim prisustvom metalnih implantata, umjetne pužnice i električnog stimulatora srca (*pace-maker*).

OZLJEDE ABDOMINALNIH ORGANA

Ozljede abdominalnih organa se prema mehanizmu nastanka mogu podijeliti na otvorene ili zatvorene. Otvorene ozljede abdominalnih organa dalje dijelimo u odnosu na peritonej. Ako je peritonej probijen govorimo o penetrantnim ozljedama, a o nepenetrantnim ako peritonej nije probijen.

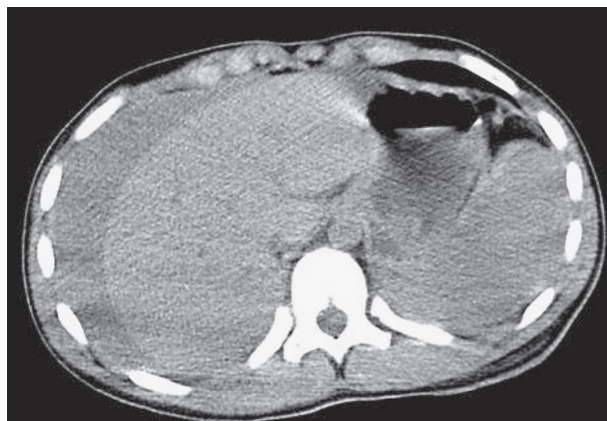
Zatvorene ozljede abdominalnih organa nastaju tupim djelovanjem vanjske sile te zbog vrlo čestog izostanka vidljivih znakova na površini tijela dijagnostički su izazov.

Slezena

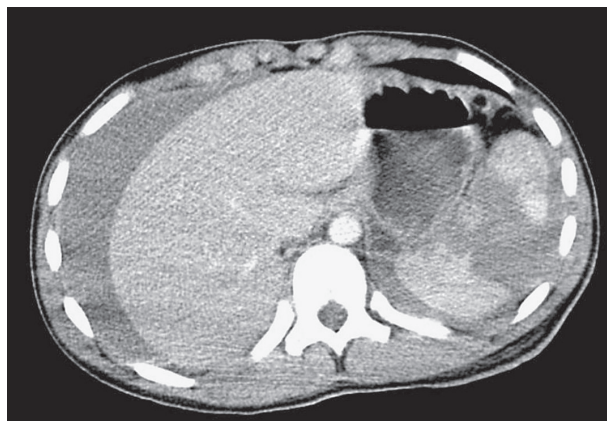
Slezena je najčešće ozlijeđeni organ zbog tupe traume abdomena (24,34). Bolesti koje dovode do povećanja slezene, kao što su infektivna mononukleoza ili limfoproliferativne bolesti čine pacijenta izloženijim rupturi slezene, čak i pri manjoj traumi. Prigodom pregleda pacijenta mogu se naći modrice ili ogrebotine u lijevom gornjem kvadrantu abdomena, bol i osjetljivost abdomena te Kehrov znak. Kehrov znak je bol u području lijevog ramena koja se javlja kao posljedica iritacije ošita krvlju rupturirane slezene.

Ozljede slezene uključuju razderotine, fragmentaciju, rupturu te intraparenhimske i subkapsularne hematome. Razderotine se na CT-u prikazuju kao iregularna hipodenzna područja koja obuhvaćaju parenhim slezene i šire se do kapsule koja je očuvana. Ako se razderotina proteže čitavim presjekom kapsule, riječ je o fragmentaciji slezene.

Parenhimski hematomi su hipodenzni u odnosu na tkivo slezene. Kao takvi na CT-u se prikazuju i subkapsularni hematomi, no oni su lentiformnog oblika i udruženi s kompresijom priležućeg parenhima (13). Trauma slezene može biti udružena s hematoperitonejem (sl. 1a, 1b), što ovisi o cjelovitosti kapsule slezene. Krv se može nakupljati intraperitonejski ili retroperitonejski, ako se ozljeda proteže do hilusa slezene.



Sl. 1a. Nativni CT abdomena pokazuje slobodnu tekućinu oko jetre i slezene koja mjeri 35HU i odgovara hematoperitoneju. Parenhim slezene je heterogenog izgleda, hipodenzan.



Sl. 1b. Postkontrastni presjeci pokazuju potpuni prekid parenhima slezene u smislu rupture. Heterogena je postkontrastna imbibicija ostatnog parenhima.

Vizualizacija slezene ultrazvukom može biti ograničena zbog interpolacije rebara i splenične fleksure debelog crijeva. Uloga standardnog ultrazvuka u prikazu traume slezene je ograničena. Razderotine se mogu prikazati kao područja inhomogenog hipoehogog parenhima (35). Razderotine na kontrastnom ultrazvuku prikazuju se kao hipoehogeno područje parenhima slezene. Intraparenhimski hematomi prikazuju se kao heterogeno hipoehogeno područje iregularnih rubova, dok se subkapsularni hematomi prikazuju kao anehogeno područje lentiformnog oblika koji okružuje parenhim (27,28,36).

Kontrast se zadržava kratko u venama slezene, jer ona služi kao filter za mikromjehuriće stoga se vene veoma brzo nakon primjene kontrasta prikazuju kao hipoehogeno područje koje se može zamijeniti s nalazom razderotine (27,35).

Najčešće korištena ljestvica za kvantifikaciju ozljeda slezene je ljestvica Američkog udruženja za kirurgiju traume (AAST) (37) (tablica 1). Ljestvica nije indikativna za određivanje potreba kirurškog liječenja, već za odluke vezane uz konzervativno liječenje što je metoda izbora u terapiji traume slezene te je kod izolirane ozljede slezene uspješna u 90-95 % slučajeva (38-40).

Pogreške koje mogu uzrokovati lažno pozitivnu dijagnozu ozljede slezene su heterogena opacifikacija brzo nakon bolusa kontrasta te rascjepi slezene koji mogu oponašati razderotine (13) pa je stoga vrlo važan dobro educiran radiološki tim.

Tablica 1.

Klasifikacija ozljede slezene (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R Champion“, <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Subkapsularni, < 10 % površine
	Laceracija	Razdor kapsule, < 1 cm dubine parenhima
II.	Hematom	Subkapsularni, 10 %-50 % površine; intraparenhimni, < 5 cm u promjeru
	Laceracija	Razdor kapsule, 1-3 cm dubine parenhima bez zahvaćanja trabekularnih krvnih žila
III.	Hematom	Subkapsularni, > 50 % površine ili šireći; rupturirani subkapsularni ili parenhimni hematom; intraparenhimni hematom ≥ 5 cm ili šireći
	Laceracija	>3 cm dubine parenhima ili zahvaćene trabekularne krvne žile
IV.	Laceracija	Razderotina koja zahvaća segmentne ili hilarne krvne žile koje uzrokuju značajnu devaskularizaciju (>25 % slezene)
V.	Laceracija	Potpuno fragmentirana slezena
	Vaskularna ozljeda	Hilarna vaskularna ozljeda s potpuno devaskulariziranom slezenom

Jetra

Jetra je drugi najčešće ozlijeđeni organ prigodom tupe traume abdomena, a ozljede jetre često su prisutne uz ozljede drugih organa. Ozljede jetre uglavnom zahvaćaju desni režanj, jer je stražnji dio desnog režnja fiksiran koronarnim ligamentima koji onemogućavaju njegovo pokretanje, dok je ostatak jetre slobodno pokretan (2,41).

Ozljede jetre mogu biti razderotine, hematomi i vaskularne ozljede. Razderotine se na CT-u prikazuju

kao iregularna linearna ili granajuća hipodenzna područja. Razderotine su često udružene s hematomima (sl. 2). Hematomi mogu biti subkapsularni, parenhimski ili istovremeno subkapsularni i parenhimski.



Sl. 2. Nativni CT abdomena pokazuje izmjenične neoštro ograničene hipo- i hiperdenzne zone koje odgovaraju parenhimnim hematomima unutar jetrenog parenhima s rupturom kapsule i razvojem hematoperitoneja. Iv. aplikacija kontrastnog sredstva nije bila moguća jer se pacijent hemodinamski destabilizirao.

Subkapsularni hematomi se vide kao eliptične hipodenzne zone između jetrene kapsule i parenhima (13). Subkapsularni hematomi uzrokuju kompresiju priležnog jetrenog parenhima te se time diferenciraju od peritonejskog izljeva koji okružuje jetru (14). Parenhimni hematomi se prikazuju kao fokalna hipodenzna područja s neoštro ograničenim, nepravilnim rubovima unutar jetrenog parenhima. Arterijske ozljede jetre vide se kao hiperdenzne kolekcije ekstravaziranog kontrastnog sredstva u arterijskoj fazi CT-a (13).

Na standardnom (B-mod) ultrazvuku razderotina jetre može se prikazati kao inhomogeni prikaz parenhima ili iregularno hiperehogeno područje unutar parenhima jetre (35).

Kontrastnim ultrazvukom se razderotine prikazuju kao hipoehogena područja parenhima, bolje definiranih granica u odnosu na standardni ultrazvuk (27,36).

U svrhu što boljeg zbrinjavanja ozljeda jetre postoji više klasifikacija jetrene ozljede. Klasifikacije ozljede jetre u obzir uzimaju anatomske opsege ozljede, opseg disrupcije jetrenog parenhima, veličinu subkapsularnog hematoma, cjelovitost jetrene kapsule i stanje vaskularne peteljke. Najčešće korištena klasifikacija je Američkog udruženja za kirurgiju traume (AAST) (37) (tablica 2).

Tablica 2.

Klasifikacija ozljede jetre (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R. Champion“, <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

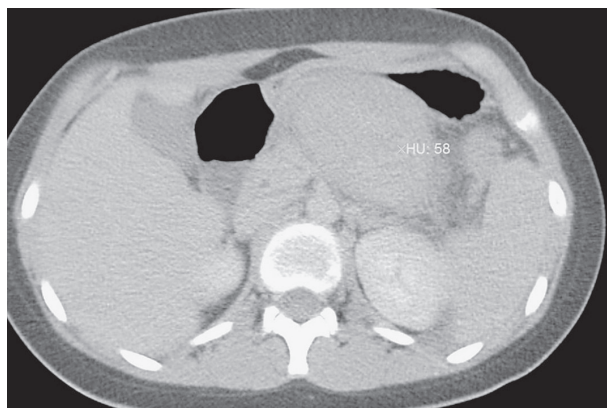
Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Subkapsularni, < 10 % površine
	Laceracija	Razdor kapsule, <1 cm dubine parenhima
II.	Hematom	Subkapsularni, 10 %-50 % površine; Intraparenhimno, <10 cm u promjeru
	Laceracija	Razdor kapsule, 1-3 cm dubine, <10 cm u dužinu
III.	Hematom	Subkapsularni, >50 % površine rupturiranog subkapsularnog ili parenhimnog hematoma; intraparenhimni >10 cm ili šireći
	Laceracija	>3 cm dubine parenhima
IV.	Laceracija	Parenhimni razdor koji obuhvaća 25 % do 75 % jetrenog režnja ili 1-3 Couinadov segment
V.	Laceracija	Parenhimni razdor koji obuhvaća >75 % jetrenog režnja ili >3 Couinadova segmenta unutar istog režnja
	Vaskularna ozljeda	Ozljeda jukstahepatičkih vena, retrohepatične vene kave/centralnih velikih jetrenih vena
VI.	Vaskularna ozljeda	Avulzija jetre

Prema Arslan i sur. te Kepertis i sur. kirurško zbrinjavanje ozljeda jetre ima veći mortalitet od konzervativnog zbrinjavanja (1,41).

Gušterača

Ozljede gušterače kod tupe traume abdomena su rijetke te su često prisutne s ozljedama drugih solidnih abdominalnih organa. Najveći dio ozljeda, čak 65 % otpada na trup gušterače, dok ostatak otpada na glavu i rep gušterače (13,42). Ozljede trupa obično nastaju zbog kompresije gušterače uz kralježnicu. U dijagnostici ozljeda gušterače je presudno što ranije postavljanje dijagnoze jer njezinim odgađanjem dolazi do porasta mortaliteta i morbiditeta. Ozljeda gušterače je dijagnostički izazov zbog često nespecifičnih simptoma, različitog stupnja abdominalne boli i poteškoća u identifikaciji ozljede zbog male veličine žlijezde, male količine okolnog masnog tkiva i minimalnog pomaka fragmenata. Serumska amilaza ne mora korelirati s težinom ozljede gušterače. Prvotne vrijednosti amilaza mogu biti u granicama normale. Osjetljivost i specifičnost CT-a u dijagnostici ozljeda gušterače je oko 80 % (42,43). Razderotine gušterače mogu biti s pomakom fragmenata ili bez pomaka, a ako je došlo do potpune separacije fragmenata govorimo o transekciji. Radiološki znak transekcije se teško prepoznaje na CT-u osim ako dva fragmenta nisu odvojena zonom izljeva ili hematomom koji se prikazuju kao hipodenzna područja (42). Razderotine gušterače prikazuju se

kao linearna hipodenzna područja unutar parenhima. Kontuzije se prikazuju kao lokalizirana ili difuzna hipodenzna područja unutar okolnog parenhima u parenhimskoj fazi (14,42). Prema Laneu i sur. u 90 % ozljeda gušterače može se naći izljev u prostoru između gušterače i splenične vene (44). Osim navedenog prisutnost izljeva u peripankreatičnom prostoru također upućuje na ozljedu gušterače (45). Dodatni pokazatelji ozljede gušterače uključuju fokalno i difuzno povećanje žlijezde, promjena denziteta peripankreatične ili mezenterijske masti, hematoma u burzi omentuma (sl. 3), zadebljanje prednje bubrežne fascije, nemogućnost vizualizacije okolnih krvnih žila i slobodna tekućina (14,43). Ozljeda pankreatičnog kanala također se može dijagnosticirati uporabom CT-a. Dok neki autori navode osjetljivost i specifičnost CT-a od 91% u dijagnostici ozljeda pankreatičnog kanala, drugi kao zlatni standard u dijagnostici ozljede pankreatičnog kanala navode ERCP (42,46,47).



Sl. 3. Na postkontrastnim CT presjecima kroz abdomen u području burze omentuma vidi se tekuća nakupina koja mjeri 58 HU i odgovora hematomu burze omentuma.

Ozljede gušterače se na pregledu standardnim ultrazvukom ne moraju prikazati ili se može vidjeti slobodna tekućina u peripankreatičnom prostoru. Na kontrastnom ultrazvuku razderotine gušterače mogu se prikazati kao anehogena ili hipoehogena područja parenhima s iregularnim rubovima (35).

Zbog niske incidencije ne postoje randomizirane studije koje bi usporedile konzervativni i kirurški pristup terapiji ozljede pankreatičnog kanala. Provedene studije odluku o načinu zbrinjavanja temelje na stupnju ozljede gušterače po klasifikacijskoj ljestvici AAST (47,48) (Tablica 3). Ozljede gušterače mogu se komplicirati razvojem pseudociste gušterače, posttraumatskog pankreatitisa, fistulom gušterače i intraabdominalnim apscesom. Trauma je vodeći uzrok nastanka pankreatitisa u djece te se znakovi pankreatitisa na CT-u kao što je difuzno povećanje gušterače, nepravilnost kontura i nakupljanje okolnog masnog tkiva vide na kasnijim snimkama (14,42,43).

Tablica 3.

Klasifikacija ozljede gušterače (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R. Champion“; <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Manja kontuzija bez ozljede kanala
	Laceracija	Površinska laceracija bez ozljede kanala
II.	Hematom	Veća kontuzija bez ozljede kanala ili gubitka tkiva
	Laceracija	Veća laceracija bez ozljede kanala ili gubitka tkiva
III.	Laceracija	Distalnatransekcija ili parenhimska ozljeda s ozljedom kanala
IV.	Laceracija	Proksimalna* transekcija ili ozljeda parenhima koja uključuje ampulu
V.	Laceracija	Opsežna disrupcija glave gušterače

*proksimalni dio gušterače je s pacijentove desne strane od gornje mezenterične vene

Bubreg

Bubreg je treći najčešće ozlijeđeni abdominalni organ u djece. Ozljede bubrega nastaju kao posljedica izravnog udara ili djelovanja deceleracijskih sila kada najčešće bivaju ozlijeđeni vaskularni i odvodni sustav bubrega. Djeca su, u odnosu na odraslu populaciju, podložnija ozljedi bubrega iz nekoliko razloga: manja količina perirealnog masnog tkiva, dimenzija bubrega u odnosu na tijelo je kod djece veća, donji pol bubrega seže ispod rebrenog luka, mišići trbušnog zida su slabije razvijeni, kao i krajnja rebra.

Indikacije za radiološkom obradom hemodinamski stabilnih pacijenata su tupa trauma abdomena povezana s prijelomom 11. i 12. rebra, prijelomom poprečnih nastavaka torakalnih ili lumbalnih kralježaka, posttraumatske ekhimoze lateralne trbušne stijenke i hematurija (49,50).

Hematurija je najbolji indikator ozljede bubrega, ali Brown i sur. te Ather i Noor zaključuju kako stupanj hematurije ne korelira sa stupnjem ozljede bubrega (49,51). Ozljede bubrega klasificiraju se u kategorije 1 do 5 temeljem težine stupnja ozljede koristeći ljestvicu AAST (37) (tablica 4). Najčešće ozljede bubrega su kontuzije, područja mikroskopskog krvarenja unutar bubrežnog parenhima okružena okolnim edemom. Na CT-u kontuzija se prikazuje kao fokalno ili difuzno područje odgođenog nakupljanja kontrasta (13,14).

Tablica 4.

Klasifikacija ozljede bubrega (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R Champion“; <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Kontuzija	Mikro- ili makrohematurija, urološke analize uredne
	Hematom	Subkapsularni, nešireći bez laceracije parenhima
II.	Hematom	Nešireći perirenalni hematom ograničen na retroperitonej
	Laceracija	<1 cm dubine parenhima renalnog korteksa bez ekstravazacije urina
III.	Laceracija	<1 cm dubine parenhima renalnog korteksa bez ruptur kanalnog sustava i ekstravazacije urina
	Laceracija	Laceracija parenhima koja se proteže kroz korteks, medulu i kanalni sustav
IV.	Vaskularna ozljeda	Ozljeda glavne renalne arterije ili vene s ograničenim krvarenjem
	Laceracija	Potpuno smrskan bubreg
V.	Vaskularna ozljeda	Avulzija bubrežnog hilusa s potpunom devaskularizacijom

Razderotine bubrega prikazuju se kao linearna hipodenzna područja unutar parenhima (14). Ozljeda bubrežnog odvodnog sustava rezultira ekstravazacijom kontrasta na odgođenim snimkama CT-a (sl. 4a, 4b) (13,14,49). Laceracijom glavne ili lobarnih renalnih arterija dolazi do nastanka infarkta bubrega. Ozljedom glavne bubrežne arterije dolazi do devaskularizacije cijelog bubrega, stanja koje zahtijeva hitnu intervenciju zbog brzog gubitka bubrežne funkcije. Ozljeda lobarne arterije uzrokuje segmentni bubrežni infarkt što se na CT-u prikazuje kao periferno područje neopacificiranog parenhima klinastog oblika ili kao znak trajnog kortikalnog obruba (14,49). Znak kortikalnog obruba je uska periferna zona obilježenog parenhima koju krvlju opskrbljuje perirenalna kapsularna cirkulacija (49). Nedostatak znaka kortikalnog obruba je činjenica da se javlja osam ili više sati nakon nastale ozljede (52).

Ozljede bubrega mogu biti komplicirane nastankom hematoma. Bubrežni hematom može biti subkapsularni ili perirenalni. Subkapsularni hematom će se na CT-u prikazati kao polumjesečasta zona koja komprimira bubrežni parenhim (13). Perirenalni hematom se proteže čitavim perirenalnim prostorom i imat će manji kompresivni učinak na bubrežni parenhim od subkapsularnog hematoma (14).

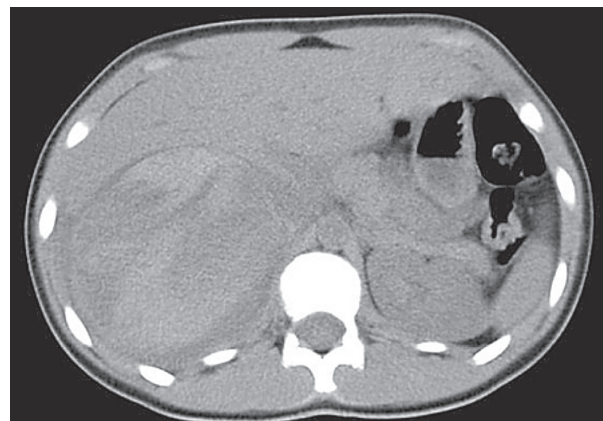
Uporaba ultrazvuka u dijagnostici ozljeda bubrega je ograničena. Dijagnoza ozljeda bubrega ultrazvukom temelji se na prikazu slobodne tekućine u parenhimu,

koja je prisutna kod svega 20 % pacijenata s ozljedom bubrega i češće je udružena s ozljedama slezene, jetre ili crijeva (50,53).

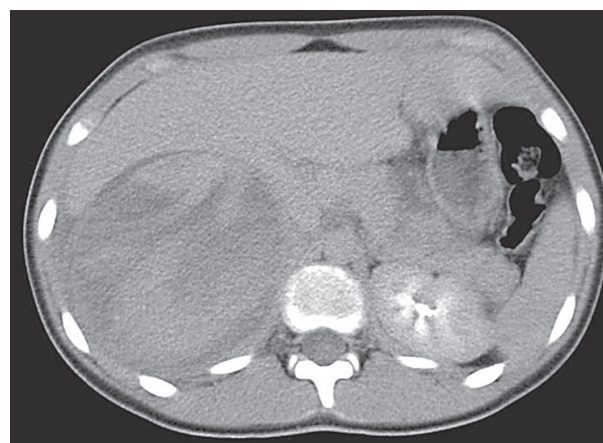
Traumatizirani bubrežni parenhim prikazuje se kao hipoehogena zona u usporedbi s ostalim parenhimom.

U dijagnostici traume bubrega kontrastnim ultrazvukom potrebno je koristiti dva bolusa kontrasta, po jedan za svaki bubreg (35). Kontuzije se prikazuju kao hipoehogena područja parenhima nejasnih rubova, dok se razderotine opisuju kao linearno ili razgranato hipoehogeno područje parenhima (27).

Ultrazvuk može biti dobar dijagnostički alat kod hemodinamski nestabilnih pacijenata, jer omogućava brzu, neinvazivnu procjenu stanja pacijenta.



Sl. 4a. Nativni CT abdomena pokazuje u cijelosti povećan desni bubreg s heterogenim neoštro ograničenim hipodenznim zonama u gornjem polu bubrega uz vidljive perirenalne efuzije koje mjere oko 30 HU. Razderotina desnog bubrega s perirenalnim hematomom.



Sl. 4b. CT nakon iv. primjene kontrasta pokazuje urednu opacificaciju bubrežnog parenhima lijevo kao i lijevog pijelona i čašica. Desno nema postkontrastne imbibicije. Razderotina desnog bubrega s perirenalnim hematomom.

Crijeva

Ozljede crijeva zbog tupe traume abdomena kod djece nisu česte. Klasificiraju se u pet kategorija ovisno o stupnju ozljede (tablica 5, tablica 6). Često su udružene s ozljedom mezenterija. Dijagnoza ozljeda crijeva problematična je zbog otežane komunikacije djeteta i liječnika te zbog odsutnih ili minimalnih kliničkih simptoma. Ozljede mogu zahvatiti čitavu debljinu stijenke crijeva što dovodi do njegove perforacije ili djelomičnu debljinu što dovodi do pojave intramuralnih hematoma.

Tablica 5.

Klasifikacija ozljede dvanaesnika (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R Champion“, <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Zahvaća jedan segment dvanaesnika
	Laceracija	Djelomična debljina stijenke, bez perforacije
II.	Hematom	Zahvaća više od jednog segmenta dvanaesnika
	Laceracija	Razdor <50 % cirkumferencije
III.	Laceracija	Razdor 50-70 % cirkumferencije segmenta D2 ili razdor 50-100 % cirkumferencije segmenta D1, D3, D4
	Laceracija	Razdor >75 % cirkumferencije D2 segmenta; zahvaća ampulu ili distalni zajednički žučni vod
V.	Laceracija	Masivni razdor duodenopankreatičnog kompleksa
	Vaskularna ozljeda	Devaskularizacija dvanaesnika

D1 – prvi segment dvanaesnika, D2 – drugi segment dvanaesnika, D3 – treći segment dvanaesnika, D4 – četvrti segment dvanaesnika

Tablica 6.

Klasifikacija ozljede tankog i debelog crijeva (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R Champion“, <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Kontuzija ili hematom bez devaskularizacije
	Laceracija	Djelomična debljina stijenke, bez perforacije
II.	Laceracija	Razderotina <50 % cirkumferencije
	Laceracija	Razderotina ≥50 % cirkumferencije bez transekcije
IV.	Laceracija	Transekcija
V.	Laceracija	Transekcija sa segmentnim gubitkom tkiva
	Vaskularna ozljeda	Devaskularizacija segmenta

Intramuralni hematomi su posljedica oštećenja krvnih žila između submukoze i mišićnog dijela stijenke i nakupljanja krvi u tom prostoru, a najčešće su lokalizirani u dvanaesniku. Na CT-u se prikazuje kao žarišno zadebljanje stijenke crijeva bez ekstraparacije

kontrastnog materijala ili prisutnosti zraka u abdomenu (13,14). Veliki duodenalni hematomi mogu dovesti do opstrukcije proksimalnog tankog crijeva te su uz abdominalne bolove i distenziju praćeni i povraćenim žučnim sadržajem. Većina duodenalnih hematoma može se liječiti konzervativno. Na ultrazvuku intramuralni hematomi se prikazuju kao heterogene, nevasikularizirane mase duž stijenke duodenuma (54).

Perforacija crijeva najčešće zahvaća tanko crijevo te u kliničkom pregledu ne mora biti praćeno iritacijom peritoneja (55). Najčešće mjesto je jejunum. Specifičan znak perforacije crijeva je prisutnost intraperitonejskog zraka. U tankom crijevu zraka obično ima u malim količinama pa je češće prisutan kod perforacije želuca ili debelog crijeva. Iako specifičan, prema Shi i sur. slobodni zrak prisutan je u svega četvrtini slučajeva perforacije crijeva (16). Najčešći znak perforacije crijeva na CT-u je prisutnost slobodne tekućine uz odsutnost ozljede drugih visceralnih organa, te se javlja u više od 76 % slučajeva perforacije crijeva (14,16). Dakle, negativni nalaz CT-a ne može se koristiti za pouzdano isključivanje ozljede crijeva nakon tupe traume abdomena te se mora povezati s kliničkim i laboratorijskim nalazima.

Mokraćni mjehur

Ozljede mokraćnog mjehura u dječjoj populaciji nisu česte. Ruptura mokraćnog mjehura može biti intraperitonejska i ekstraperitonejska ili kombinacija ozljeda. Intraperitonejske ruptur mokraćnog mjehura nastaju zbog rastezanja mokraćnog mjehura pojasom za vezanje. Ekstraperitonejske ruptur nastaju zbog ozljede mokraćnog mjehura koštanim fragmentom nakon prijeloma zdjelice. Stoga nakon svake traume zdjelice potrebna je dijagnostička obrada kako bi se isključila ozljeda mokraćnog mjehura. Ozljede mokraćnog mjehura klasificiraju se u pet kategorija (tablica 7).

Tablica 7.

Klasifikacija ozljede mokraćnog mjehura (prema: „Scaling system for organ specific injuries. Ernest E. Moore, MD, Thomas H. Cogbill, MD, Mark Malangoni, MD, Gregory J. Jurkovich, MD, and Howard R Champion“, <http://www.aast.org/Library/TraumaTools/InjuryScoringScales.aspx#htmlBody>)

Stupanj	Vrsta ozljede	Opis ozljede
I.	Hematom	Kontuzija, intramuralni hematom
	Laceracija	Djelomična debljina stijenke
II.	Laceracija	Ekstraperitonejski razdor stijenke <2 cm
	Laceracija	Ekstraperitonejski (≥2 cm) ili intraperitonejski razdor (<2 cm)
IV.	Laceracija	Intraperitonejski razdor stijenke mjehura ≥2 cm
V.	Laceracija	Intraperitonejski ili ekstraperitonejski razdor stijenke koji se proteže do vrata mjehura ili trigonuma

CT s kontrastom i retrogradna cistografija metode su izbora u dijagnostici ozljeda mokraćnog mjehura (56). Retrogradna cistografija izvodi se primjenom vodotopivog kontrastnog sredstva u mokraćni mjehur pomoću Foleyovog katetera.

Na CT-u ruptura mokraćnog mjehura na nativnim presjecima prikazuje se kao slobodna tekućina u malo zdjelici, a nakon iv aplikacije kontrastnog sredstva na odgođenim snimkama kao ekstravazacija kontrastnog sredstva. Lokacija ekstravaziranog sredstva upućuje na vrstu rupture. Kod ekstraperitonejske rupture kontrast je lociran u prostoru koji okružuje mjehur iznad i ispred do pupka i straga iza rektuma. U intraperitonejskoj rupturi kontrast se nalazi u prostoru lateralno i iznad mjehura te ispred rektosigmoidnog debelog crijeva (14).

Važnost razlikovanja intra- od ekstraperitonejske rupture je u načinu liječenja. Dok se ekstraperitonejske rupture uglavnom liječe konzervativno, intraperitonejske zahtijevaju kirurško liječenje. Metoda izbora je laparoskopski kirurški pristup (57).

Pronalazak sentinel ugruška na CT snimkama je također indikativan za intraperitonejsku rupturu mokraćnog mjehura. Prema Shin i sur. znak sentinel ugruška pronalazi se u 80 % pacijenata s intraperitonejskom rupturom mokraćnog mjehura. Znak sentinel ugruška prikazuje se kao hiperdenzno područje koje priliježe uz kupolu mokraćnog mjehura (56).

Za vizualizaciju mokraćnog mjehura ultrazvukom potreban je u potpunosti ispunjen mokraćni mjehur. Kod pacijenata s postavljenom sumnjom rupture mokraćnog mjehura može se pomoću Foleyovog katetera ispuniti mokraćni mjehur fiziološkom otopinom. Izostanak prikaza mokraćnog mjehura nakon instalacije fiziološke otopine ili vizualizacija slobodne tekućine u zdjelici su indikativne za rupturu mokraćnog mjehura.

Budući da se kontrast kod kontrastnog ultrazvuka ne eliminira bubrezima, ozljede mokraćnog mjehura ne mogu se prikazati kontrastnim ultrazvukom (27,35), ali mogu ultrazvučnom kontrastnom cistografijom koja još uvijek nije u općoj upotrebi.

ZAKLJUČAK

U dijagnostici tupe traume abdomena kod djece CT s intravenskim kontrastom zlatni je standard. S obzirom da je CT značajan izvor ionizirajućeg zračenja, uz pravilnu kliničku indikaciju kontrastni ultrazvuk je dijagnostička metoda kojom možemo izbjeći izlaganje djeteta ionizirajućem zračenju i proširiti njegovu ulogu u praćenju pacijenata nakon traume i u samoj

inicijalnoj dijagnostici. Kontrastni ultrazvuk je pokazao visoku osjetljivost i specifičnost. Američki pristup ultrazvuku koji u SAD-u rade radiološki tehnolozi te veća opasnost od sudskih tužbi zbog pogrešnog liječenja (*malpractice*) razlog je mnogo češćeg upućivanja na CT kod tupe traume u djece u SAD-u. Europski pedijatrijski radiolozi izrazito favoriziraju ultrazvuk kao dobru dijagnostičku metodu u tupoj traumi abdomena, osobito s primjenom kontrastnog sredstva bez obzira što je interpretacija ovisna o operateru, jer ga svakodnevno koriste u kliničkoj praksi.

L I T E R A T U R A

1. Kepertis C, Zavitsanakis A, Filippopoulos A, Kallergis K. Liver Trauma in Children: Our Experience. *J Indian Assoc Pediatr Surg* 2008; 13(2): 61-3.
2. Djordjevic I, Slavkovic A, Marjanovic Z, Zivanovic D. Blunt Trauma in Paediatric Patients – Experience from a Small Centre. *West Indian Med J* 2015; 64(2): 126-30.
3. Orak M, Ustündağ M, Güloğlu C, Gökdemir MT, Erdoğan MO, Al B. Clinical importance of ultrasonographic pelvic fluid in pediatric patients with blunt abdominal trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2010; 16(2): 155-9.
4. Isaacman DJ, Scarfone RJ, Kost SI, i sur. Utility of routine laboratory testing for detecting intra-abdominal injury in the pediatric trauma patient. *Pediatrics* 1993; 92: 691-4.
5. Holmes JF, Sokolove PE, Brant WE, i sur. Identification of children with intra-abdominal injuries after blunt trauma. *Ann Emerg Med* 2002; 39: 500-9.
6. Holmes JF, Lillis K, Monroe D i sur. Identifying children at very low risk of clinically important blunt abdominal injuries. *Ann Emerg Med* 2013; 62: 107-16.
7. Capraro AJ, Mooney D, Waltzman ML. The use of routine laboratory studies as screening tools in pediatric abdominal trauma. *Pediatr Emerg Care* 2006; 22: 480-4.
8. Cooper A, Barlow B, DiScala C, String D. Mortality and truncal injury: the pediatric perspective. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 33-8.
9. Taylor GA, Eichelberger MR, O'Donnell R, Bowman L. Indications for computed tomography in children with blunt abdominal trauma. *Ann Surg* 1991; 213(3): 212-18.
10. Taylor GA, Eichelberger MR, Potter BM. Hematuria. A marker of abdominal injury in children after blunt trauma. *Ann Surg* 1988; 208(6): 688-93.
11. Sokolove PE, Kuppermann N, Holmes JF. Association between the "seat belt sign" and intra-abdominal injury in children with blunt torso trauma. *Acad Emerg Med* 2005; 12(9): 808-13.
12. Radhiana H, Azian AA, Mubarak MY, Saot A, Mohd AAR, Jamalludin AR. The role of multislice computed tomography (MSCT) in the detection of blunt traumatic intra abdominal injury: our experience in hospital Tengku Ampuan Afzan (HTAA), Kuantan, Pahang. *Med J Malaysia* 2012; 67(3): 316-22.

13. Visrutaratna P, Na-Chiangmai W. Computed tomography of blunt abdominal trauma in children. *Singapore Med J* 2008; 49(4): 352-8.
14. Sivit CJ. Imaging Children with Abdominal Trauma. *Am J Roentgenol* 2009; 192: 1179-89.
15. Melikian R, Goldberg S, Strife BJ, Halvorsen RA. Comparison of MDCT protocols in trauma patients with suspected splenic injury: superior results with protocol that includes arterial and portal venous phase imaging. *Diagnostic Intervent Radiol* 2016; 22(5): 395-9.
16. Shi YB, Hao JM, Hu CN, Dou LN. Diagnosis of bowel and mesenteric blunt trauma with multidetector CT. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015; 19(9): 1589-94.
17. Ellison AM, Quayle KS, Bonsu B i sur. Use of Oral Contrast for Abdominal Computed Tomography in Children With Blunt Torso Trauma. *Ann Emerg Med* 2015; 66: 107-14.
18. Kerrey BT, Rogers AJ, Lee LK i sur. A multicenter study of the risk of intra-abdominal injury in children after normal abdominal computed tomography scan results in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2013; 62: 319-26.
19. Pearce MS, Salotti JA, Little MP i sur. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012; 380(9840): 499-505.
20. Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z i sur. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013; 346 : f2360.
21. Larson DB, Johnson LW, Schnell BM, Goske MJ, Salisbury SR, Forman HP. Rising use of CT in child visits to emergency department in the United States, 1995-2008. *Radiology* 2011; 259(3): 793-801.
22. McCollough CH, Primak AN, Braun N, Kofler J, Yu L, Christner J. Strategies for Reducing Radiation Dose in CT. *Radiol Clin North Am* 2009;47(1): 27-40.
23. Valentino M, De Luca C, Galloni SS i sur. Contrast-enhanced US evaluation in patients with blunt abdominal trauma. *J Ultrasound* 2010; 13(1): 22-7.
24. Krupnick AS, Teitelbaum DH, Geiger JD i sur. Use of abdominal ultrasonography to assess pediatric splenic trauma. Potential pitfalls in the diagnosis. *Ann Surg* 1997; 225(4): 408-14.
25. Ben-Ishay O, Daoud M, Peled Z, Brauner E, Bahouth H, Kluger Y. Focused abdominal sonography for trauma in the clinical evaluation of children with blunt abdominal trauma. *World J Emerg Surg WJES* 2015; 10: 27.
26. Laugesen NG, Nolsoe CP, Rosenberg J. Clinical Application of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Pediatric Work-Up of Focal Liver Lesion and Blunt Abdominal Trauma: A Systematic Review. *Ultrasound Int Open* 2017; 3: E2-E7
27. Cagini L, Gravante S, Malaspina CM i sur. Contrast enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Crit Ultrasound J* 2013; 5(Suppl 1):S9.
28. Valentino M, Serra C, Pavlica P i sur. Blunt Abdominal Trauma: diagnostic performance of contrast-enhanced US in children – initial experience. *Radiology* 2008; 246: 903-9.
29. Bensard DD, Beaver BL, Besner GE, Cooney DR. Small bowel injury in children after blunt abdominal trauma: is diagnostic delay important? *J Trauma* 1996; 41: 476-83.
30. Ulman I, Avanoğlu A, Ozcan C i sur. Gastrointestinal perforations in children: a continuing challenge to nonoperative treatment of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1996; 41: 110-13.
31. Fakhry SM, Watts DD, Luchette FA, EAST Multi-Institutional Hollow Viscus Injury Research Group. Current diagnostic approaches lack sensitivity in the diagnosis of perforated blunt small bowel injury: analysis from 275,557 trauma admissions from the EAST multi-institutional HVI trial. *J Trauma* 2003; 54: 295-306.
32. Gurland B, Dolgin SE, Shlasko E, Kim U. Pneumatosis intestinalis and portal vein gas after blunt abdominal trauma. *J Pediatr Surg* 1998; 33: 1309-11.
33. Mueller GP, Cassidy CI, Dietrich RB i sur. Pediatric case of the day. Occult child abuse (manifesting with pneumatosis intestinalis and portal venous gas). *Radiographics* 1994; 14: 928-30.
34. Mohanta PK, Ghosh A, Pal R, Pal S. Blunt splenic injury in Sikkimese children and adolescents. *J Emerg Trauma Shock* 2011; 4(2): 217-21.
35. Miele V, Piccolo CL, Galluzzo M, Ianniello SA, Sessa B, Trinci B. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in blunt abdominal trauma. *Br J Radiol* 2016; 89(1061): 20150823.
36. Catalano O, Lobianco R, Sandomenico F, Siani A. Splenic trauma: evaluation with contrast-specific sonography and second generation contrast medium: preliminary experience. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 467-77.
37. Moore EE, Coqbill TH, Jurkovich GJ, Shackford SR, Malangoni MA, Champion HR. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). *J Trauma* 1995; 38: 323-4.
38. Oumar N, Dominique F, Nikola K, Pierre GM, Mammadou N, Benoit GR. Results of non-operative management of splenic trauma and its complications in children. *J Indian Assoc Pediatr Surg* 2014; 19(3): 147-50.
39. Rialon KL, Englum BR, Gulack BC i sur. Comparative effectiveness of treatment strategies for severe splenic trauma in the pediatric population. *Am J Surg* 2016; 212(4): 786-93.
40. Muniz A, Vella A, Whiteman P. Evaluation and management of pediatric abdominal trauma. *Pediatric emergency medicine practice* 2008; 8(3): 1-32.
41. Arslan S, Guzel M, Turan i sur. Management and treatment of liver injury in children. *Ulus Travma Acil Cerr Derg* 2014; 20: 45-50.
42. Almaramhy HH, Guraya SY. Computed tomography for pancreatic injuries in pediatric blunt abdominal trauma. *World J Gastrointest Surg* 2012;4(7):166-70.
43. Kulaylat AN, Pastor DM, Santos MC. Isolated pediatric pancreatic transection secondary to ocean-related trauma. *JOP* 2013; 14(2): 203-6.
44. Lane MJ, Mindelzun RE, Sandhu JS, McCormick VD,

- Jeffrey RB. CT diagnosis of blunt pancreatic trauma: importance of detecting fluid between the pancreas and the splenic vein. *Am J Roentgenol* 1994; 163: 833-35.
46. Sivit CJ, Eichelberger MR, Taylor GA, Bulas DI, Gotshall CS, Kushner DC. Blunt pancreatic trauma in children: CT diagnosis. *Am J Roentgenol* 1992; 158: 1097-100.
47. Teh SH, Sheppard BC, Mullins RJ, Schreiber MA, Mayberry JC. Diagnosis and management of blunt pancreatic ductal injury in the era of high-resolution computed axial tomography. *Am J Surg* 2007; 193: 641-3.
48. Yamamoto H, Ochi T, Miyazaki E, Machida H, Tobayama S, Suzuki K. Blunt pancreatic duct injury in children. *Acute Med Surg* 2016; 3: 204-6.
49. Iqbal CW, St Peter SD, Tsao K i sur. Operative vs non-operative management for blunt pancreatic transection in children: multi-institutional outcomes. *J Am Coll Surg* 2014; 218: 157-62.
50. Ather MH, Noor MA. Role of imaging in the evaluation of renal trauma. *J Pak Med Ass* 2002; 52: 423-8.
51. Lin WC, Lin CH. The role of interventional radiology for pediatric blunt renal trauma. *Ital J Pediatr* 2015; 41: 76.
52. Kamel IR, Berkowitz JF. Assessment of the cortical rim sign in post-traumatic renal infarction. *J Comp Assist Tomogr* 1996; 20: 803-4.
53. Sheth S, Casalino DD, Remer EM i sur. Expert Panel on Urologic Imaging. ACR Appropriateness Criteria® renal trauma. [online publication]. Reston (VA). *Am Coll Radiol (ACR)*; 2012; 7 p.
54. Gale HI, Gee MS, Westra SJ, Nimkin K. Abdominal ultrasonography of the pediatric gastrointestinal tract. *World J Radiol* 2016; 8(7): 656-7.
55. Yaylaci S, Ercelik H, Seyit M, Kocyigit A, Serinken M. Handlebar Trauma Causing Small Bowel Hernia with Jejunal Perforation. *Western J Emerg Med* 2014; 15(4): 367-8.
56. Shin SS, Jeong YY, Chung TW i sur. The sentinel clot sign: a useful CT finding for the evaluation of intraperitoneal bladder rupture following blunt trauma. *Korean J Radiol* 2007; 8(6): 492-7.
57. Deshpande AV, Michail P, Gera P. Laparoscopic repair of intra-abdominal bladder perforation in preschool children. *J Minimal Access Surg* 2017; 13(1): 63-5.

SUMMARY

RADIOLOGICAL METHODS IN DIAGNOSIS OF PEDIATRIC BLUNT ABDOMINAL TRAUMA

A. BOŽIĆ, M. BAŠKOVIĆ¹, A. TRIPALO BATOŠ¹ and B. ŽUPANČIĆ¹

University of Zagreb, School of Medicine, and ¹Children's Hospital Zagreb, Zagreb, Croatia

Blunt abdominal trauma in children is the leading cause of mortality, morbidity and permanent disability. Most commonly injured organs due to blunt abdominal trauma are spleen, liver, kidneys and pancreas. Injuries of bowels and bladder are not so common. Diagnosis of blunt abdominal trauma in children is a challenging task where diagnostic imaging plays a significant role. The most commonly used imaging modalities are computed tomography (CT) and ultrasonography. CT is a method of choice for hemodynamically stable children. Ultrasonography can be performed in hemodynamically unstable patients at their bedside. Ultrasonography has a limited use in the diagnosis of blunt abdominal trauma in children.

Key words: blunt abdominal trauma, pediatric trauma, pediatric radiology