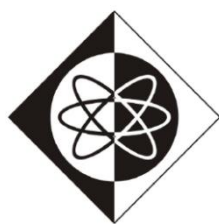


# Vadlīnijas, izvēloties un veicot medicīniskās radioloģiskās manipulācijas bērniem



LATVIAN ASSOCIATION OF RADIOLOGISTS

**LATVIJAS  
RADIOLOGU  
ASOCIĀCIJA**



Valsts vides dienests



**Latvijas  
vides  
aizsardzības  
fonds**

**Rīga, 2017**

## Saturs

Saturs	2
Priekšvārds	3
I Ievads	4
II Prasības aizsardzībai pret jonizējošo starojumu	5
III Praktiski ieteikumi jonizējošā starojuma riska mazināšanai pediātriskajā radioloģijā konvencionālajā rentgenogrāfijā	8
IV Praktiski ieteikumi jonizējošā starojuma riska mazināšanai pediātriskajā radioloģijā datortomogrāfijā	10
Atsauces	24

## Priekšvārds

Vadlīniju izstrāde veikta ievērojot iegūto pieredzi medicīniskās apstarošanas jomā atbilstoši Ministru kabineta 2014.gada 19.augusta noteikumiem Nr.482 «Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu medicīniskajā apstarošanā» (turpmāk – MK noteikumi Nr.482) un ievērojot Padomes Direktīvas 2013/59/Euratom (2013.gada 5.decembris), ar ko nosaka drošības pamatstandartus aizsardzībai pret jonizējošā starojuma radītajiem draudiem un atceļ Direktīvu 89/618/Euratom, Direktīvu 90/641/Euratom, Direktīvu 96/29/Euratom, Direktīvu 97/43/Euratom un Direktīvu 2003/122/Euratom, prasības par vadlīniju pieejamību medicīniskās apstarošanas jomā un nepieciešamību pievērst īpašu uzmanību medicīniskajai apstarošanai bērniem.

Šīs vadlīnijas tika veidotas ar nolūku palīdzēt ārstniecības iestādēm efektīvāk izmantot diagnostiskās radioloģijas izmeklējumu sniegtās iespējas, rūpējoties par pacientu (bērnu un vecāku) un personāla drošību, saglabājot augstu attēla diagnostisko kvalitāti. Šo rekomendāciju izmantošanas mērķis ir optimizēt izmeklēšanas stratēģiju un taktiku, samazināt neinformatīvus vai nevajadzīgus izmeklējumus un samazināt pacienta saņemto kopējo jonizējošā starojuma dozu. Vadlīnijas ir domātas dažādu specialitāšu ārstiem un struktūrvienību vadītājiem ārstniecības iestādēs.

Vadlīnijas ir sagatavotas ar Latvijas vides aizsardzības fonda atbalstu projekta “Zināšanu pilnveide radiācijas drošībā” (reģ.Nr. 1-08/72/2017) ietvaros.

Vadlīnijas sagatavojusi biedrības “Latvijas Radiologu asociācija” darba grupa M. Radziņas vadībā sadarbībā ar Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centru.

Autori: I. Apine, M. Radziņa

## I Ievads

Bērnu vecuma pacienti ir populācija, uz ko īpaši attiecas aizsardzības pret jonizējošo starojumu nozīmīgums. Bērni ir jutīgāki pret jonizējošo starojumu, un tiem ir ilgāks mūžs, līdz ar to risks izpausties jonizējošā starojuma izraisītajai stohastiskajai ietekmei, kas izpaužas kā ļaundabīgu audzēju attīstība, ir lielāks kā pieaugušo pacientu populācijai.

Neskatoties uz iespējamo jonizējošā starojuma izraisīto kaitējumu, radioloģiskie izmeklējumi pediatrijā joprojām ir vajadzīgi un pat neaizstājami. Bērnu aizsardzībā pret jonizējošā starojuma kaitējošo iedarbību, veicot radioloģiskos izmeklējumus, jo īpaši svarīgi ir ievērot aizsardzības pret jonizējošo starojumu pamatprincipus – pamatojumu, optimizāciju un ierobežošanu.

Jonizējošā starojuma dozu samazinājumu var panākt, nodrošinot šādus faktorus:

- atbilstošu pacienta pozicionēšanu,
- izmantojot imobilizācijas palīgierīces, kā arī vecāku un citu klātesošo sniegto palīdzību,
- pielāgojot attēlu kvalitāti, ideālas kvalitātes attēla vietā izvēloties diagnostiskas kvalitātes attēlus,
- izmantojot dzimumorgānu un acs lēcas aizsarglīdzekļus,
- izvēloties atbilstošu kolimāciju,
- izvēloties minimālo diagnozei nepieciešamo projekciju skaitu,
- DT metodes gadījumā - izmantojot atbilstošus filtrus, strāvas stipruma (mAs) modulāciju un īpašus, pediatriiskajiem DT izmeklējumiem paredzētus pielāgojumus.

## II Prasības aizsardzībai pret jonizējošo starojumu

Aizsardzība pret jonizējošā starojuma kaitējošo ietekmi pamatā ir 3 principi:

- izmeklējuma ar jonizējošā starojuma izmantošanu vai tā fāžu **pamatojums**,
- aizsardzības pret jonizējošo starojuma un drošības pasākumu **optimizācija**,
- izmantoto jonizējošā starojumu dozu **ierobežošana**.

### 1. Pamatojums

Radioloģisko izmeklējumu pamatošana ir pirmais un svarīgākais solis jonizējošā starojuma dozas samazināšanā pacientiem. Pamatojums ir process, kurā ārsts nosūtītājs un radiologs pieņem lēmumu, vai izmeklējums ir klīniski indicēts un vai ieguvumi tā rezultātā būs lielāki par iespējamo risku. Izmeklējumu drīkst veikt tikai tad, ja tas ir atbilstošs un nepieciešams. Jo augstāka ir starojuma doza, ko eventuāli saņems pacients, jo lielākiem ir jābūt ieguvumiem metodes pielietošanas rezultātā, cik vien iespējams, izmantojot alternatīvās attēlu diagnostikas metodes - ultrasonogrāfiju vai magnētisko rezonansi.

### 2. Optimizācija

Aizsardzības pret jonizējošā starojuma kaitīgo ietekmi kontekstā optimizācija nozīmē tik zemu starojuma dozu izmantošanu, cik vien saprātīgi iespējams (*ALARA – As Low As Reasonably Achievable*), lai nodrošinātu diagnostiskas kvalitātes radioloģiskos attēlus. Bērni ir mazāka izmēra nekā pieaugušie, tādējādi arī starojumu absorbējošo audu apjoms ir mazāks, kas nozīmē to, ka, caurstarojot bērnu, starojums absorbējas un izkliedējas mazāk nekā gadījumā, ja tam tiek pakļauts pieaugušais. Tādējādi izvēloties apstarošanas parametrus ar zemāku starojuma dozu, iespējams nodrošināt diagnozes iegūšanai pietiekamu attēla kvalitāti.

Radioloģiskos izmeklējumus vienmēr katram pediatrikajam pacientam ir jāplāno individuāli:

- izvairoties no standartizētu izmeklējumu veikšanas bez īpašiem apsvērumiem,
- uzņemot tikai nepieciešamās attēlu sērijas tikai nepieciešamajai ķermeņa daļai,
- izvairoties no atkārtoti veiktām ekspozīcijām un izmeklējumiem.

Izmeklējuma sekmīgas veikšanas priekšnoteikums vienmēr ir profesionāls radiologa asistenta un radiologa darbs, rūpīgi izplānoti izmeklējuma soļi. Strādājot ar bērnu vecuma pacientiem, neatkarīgi no pacienta vecuma, vienmēr ir svarīgi atvēlēt laiku pacienta, viņa vecāku un citu pavadošo personu informēšanai mierīgā vidē.

Noderīgs rīks optimizācijas nodrošināšanai ir jonizējošā starojuma dozu standartlīmeņi. Latvijā diagnostikas standartlīmeņi rentgenogrāfijā pediatrikajiem pacientiem ir norādīti MK noteikumos Nr.482 un sniegti 1.tabulā, savukārt Eiropas jonizējošā starojuma dozu standartlīmeņi (ESL) pediatrijā ir apkopoti publikācijā “Eiropā noteiktie diagnostiskās radioloģijas standartlīmeņi pediatrikajiem pacientiem” (*European Guidelines on DRLs for Paediatric Imaging*) rentgenogrāfijas (2.tabula) un datortomogrāfijas izmeklējumiem (3.tabula).

**1. tabula.** Latvijas Republikā spēkā esošie Eiropas Komisijas Diagnostikas standartlīmeņi rentgenogrāfijā pediatrijā<sup>1</sup>

Nr. p.k.	Izmeklējamais objekts	Projekcija	Ieejas virsmas doza <sup>2</sup> pacientam uz vienu attēlu (mGy)
1.	Krūšu kurvis	Priekšējā (PA) projekcija	0,10
		Mugurējā (AP) projekcija	0,10
		Sānu (LL) projekcija	0,20
		Mugurējā (AP) projekcija jaundzimušajiem	0,08
2.	Galvaskauss	Priekšējā/mugurējā (PA/AP) projekcija	1,50
		Sānu (LL) projekcija	1,00
3.	Iegurnis	Mugurējā (AP) projekcija	0,90
		Mugurējā (AP) projekcija zīdaiņiem	0,20
4.	Vēdera dobums	Mugurējā/priekšējā (AP/PA) projekcija ar vertikālo/horizontālo staru kūli	1,00

<sup>1</sup> Jonizējošā starojuma doza gaisā (mGy) paredzēta piecus gadus vecam bērnam, citos gadījumos veic korekcijas, ņemot vērā pacienta vecumu un svaru.

<sup>2</sup> Jonizējošā starojuma doza gaisā (mGy) kopā ar izkliedēto starojumu pie ieejas virsmas atbilst filmas ekrāna kombinācijai ar relatīvo jutīgumu 200. Augsta jutīguma filmas ekrāna kombinācijai (400–600) vērtību samazina 2-3 reizes.

**2. tabula.** Eiropā noteiktie diagnostiskās radioloģijas standartlīmeņi konvencionālajā radioloģijā pediatriiskajiem pacientiem

Nr. p. k.	Izmeklējums	Rentgenogrāfija un rentgenoskopija			
		Svara grupa, kg	Vecuma grupa, gadi	ESL	
				Kerma gaisā, $K_{a,e}$ , mGy	Kermas gaisā – laukuma reizinājums, $P_{Ka}$ , mGy cm <sup>2</sup>
1.	Galvaskausa Rtg	10- < 15	1		230
		10- < 30	5		300
2.	Krūškurvja Rtg, PA	< 10	0		14
		10- < 15	1		20
		15- < 30	5	0,08	39
		30- < 60	10	0,11	38
		> 60	15	0,11	73
3.	Krūškurvja Rtg, LL	15- < 30	5	0,14	40
		30- < 60	10		60
4.	Vēdera dobuma pārskata Rtg	< 10			60
		10- < 15			150
		15- < 30			250
		30- < 60			425
5.	Iegurņa Rtg	15- < 30	5	0,48	
6.	Mikcijas	<10	0		300

	cistoureterogrāfija	10- < 15	1		700
		15- < 30	5		800
		30- < 60	10		750

**3. tabula. Eiropā noteiktie diagnostiskās radioloģijas standartlīmeņi datortomogrāfijā pediatrikajiem pacientiem**

Datortomogrāfija					
Nr. p. k.	Izmeklējums	Svara grupa	Vecuma grupa, gadi	ESL	
				CTDI <sub>vol</sub> , mGy	DLP, mGy cm
1.	Galvaskausa DT	<10	0	25	300
		10-<15	1	25	370
		15-<30	5	38	505
		30-<60	10	53	700
		>60	15	60	900
2.	Krūškurvja DT	<10	0	2,7	45
		10-<15	1	3,3	80
		15-<30	5	5,6	115
		30-<60	10	5,7	180
		>60	15	6,9	200
3.	Vēdera dobuma DT	<10	0		90
		10-<15	1	5,7	160
		15-<30	5	5,7	170
		30-<60	10	7,0	290
		>60	15	14	580

Lai prasmīgi nodrošinātu starojuma dozu optimizāciju, personālam, kas strādā ar bērniem, ir jābūt apmācītam bērnu radioloģisko izmeklējumu veikšanā un pediatriko pacientu aizsardzībā pret jonizējošo starojumu. Iestādes/nodaļas izmeklējumu standartos un kvalitātes nodrošināšanas programmā ir jābūt ietvertiem pediatriko pacientu izmeklējumu standartiem.

### 3. Ierobežošana

Jonizējošā starojuma dozu ierobežošana attiecas uz tā dozu nodrošināšanu Eiropā noteikto standartlīmeņu (ESL) ietvaros (1.-3. tabula).

### III Praktiski ieteikumi jonizējošā starojuma riska mazināšanai pediatrikajā radioloģijā konvencionālajā rentgenogrāfijā

#### 1.1. Pamatojums

Klīniskās situācijas, kurās radioloģiskā izmeklējuma veikšanai parasti nav pamatojuma:

- galvaskausa rentgenogramma zīdainim vai bērnam ar epilepsiju,
- galvaskausa rentgenogramma zīdainim vai bērnam ar galvassāpēm,
- deguna blakusdobumu rentgenogramma zīdainim vai bērnam, jaunākam par 6 g.v. ar sinusītu vai aizdomām par to,
- mugurkaula kakla daļas rentgenogramma zīdainim vai bērnam ar torticollis, ja anamnēzē nav traumas,
- rentgenogramma otrai ekstremitātei traumas gadījumā ar mērķi salīdzināt,
- rentgenogramma os scaphoideum izvērtēšanai bērniem, kas jaunāki par 6 gadiem,
- deguna kaula rentgenogramma bērniem, jaunākiem par 6 gadiem.

#### 1.2. Optimizācija

Arī veicot pamatotus rentgenogrāfijas izmeklējumus, jonizējošā starojuma dozām ir jābūt optimizētām. Optimizācijas galvenais priekšnoteikums ir kvalitatīva izmeklējuma tehnoloģija, ņemot vērā un praktiski pielietojot šādus aspektus:

- izmeklējuma standarta protokolu veidošana atbilstoši indikācijām,
- papildu projekciju veikšana tikai individuālos gadījumos, kad tas klīniski nepieciešams,
- maza izmēra pacientiem vai ķermeņa daļām izmantot manuālu parametru izvēli,
- kur vien iespējams, izmantot garu (vai ieteicamo) fokusa attālumu līdz uztvērējam,
- rūpīga rentgenstara kolimācija tikai atbilstoši interesējošajam apvidum, neiekļaujot citas zonas, jo īpaši gonādas, krūts dziedzerus, vairogdziedzera apvidu un acis,
- atbilstošu gonādu, vairogdziedzera un krūts dziedzeru aizsargpārklāju izmantošana,
- ņemt vērā, ka situācijās, kad nav vajadzīga augsta detaļu izšķirtspēja, sekundārā starojuma režģa izmantošana nav nepieciešama (piemēram, vēdera dobuma pārskata rentgenogramma bērniem, kas jaunāki par 3 gadiem, galvaskausa rentgenogramma bērniem, jaunākiem par 1 gadu),
- kad vien iespējams, krūškurvja un mugurkaula rentgenizmeklējumus vienmēr veikt PA projekcijā,
- ieejas dozas samazināšanai izmantot atbilstošu filtrāciju,
- izvēlēties tik augstu kV dozu, lai tā atbilstu izmeklējuma prasībām,
- augstāku kV vērtību gadījumā apdomāt nepieciešamību izvēlēties papildu filtrāciju,
- līdzsvarot mazā fokusa izmantojumu un īsu ekspozīcijas laiku,
- izstrādāt diagnostiskās radioloģijas struktūrvienības kvalitātes nodrošināšanas programmu, ietverot tajā visus darba aspektus, tostarp izmeklējumu pamatojumu un indikācijām atbilstošu protokolu izstrādi,
- regulāri kontrolēt un analizēt starojuma dozas,



- kontrolēt un analizēt nepietiekamas kvalitātes attēlus (pāreksponēšana, nepietiekama eksponēšana, pozicionēšanas kļūdas, kustību artefakti, nepareiza kolimācija),
- veikt pareizu pacienta imobilizāciju, īpaši, ja pacients nespēj sadarboties,
- kur vien iespējams, izvēlēties īsus ekspozīcijas laikus,
- neizvēlēties automātisko ekspozīcijas kontroli (AEK) maziem bērniem (AEK ģeometrija parasti ir konstruēta pieaugušajiem), izņemot gadījumos, kad tiek izmantota īpaša, pediatriem pacientiem piemērota, AEK,
- izvēlēties kasetes, kas izgatavotas no rentgenstarus maz absorbējoša materiāla (piemēram, oglekļa šķiedra),
- ja pacientam tiek pielietotas imobilizācijas ierīces, ir jānodrošina, lai:
  - o pacients nekustētos,
  - o stars tiktu pareizi centrēts,
  - o attēls tiktu iegūts pareizā projekcijā,
  - o tiktu izmantota pareiza kolimācija tikai atbilstoši izmeklējamajam apvidum,
  - o pārējais ķermenis tiktu pārklāts ar aizsargpārklājumiem,

Pārvietojamās rentgeniekārtas izmantot tikai gadījumos, ja pacients nav pārvietojams izmeklēšanai uz fiksētajām stacionārajām iekārtām.

## IV Praktiski ieteikumi jonizējošā starojuma riska mazināšanai pediatrikajā radioloģijā datortomogrāfijā

Daudzslāņu datortomogrāfija (DT) izmeklējumi ir viena no visinformatīvākajām un ikdienā visbiežāk pielietotākajām diagnostiskās radioloģijas modalitātēm kā pieaugušo, tā bērnu radioloģijā.

DT izmeklējums katram pacientam ir jāplāno individuāli, izvairoties no standarta izmeklējumiem un veicot tikai diagnozes iegūšanai nepieciešamās sērijas. Optimizācijas galvenais priekšnoteikums ir kvalitatīva izmeklējuma tehnoloģija, ņemot vērā un praktiski pielietojot šādus aspektus:

- zināšanas bērnu DT izmeklējumu veikšanā,
- rūpīgi izplānoti izmeklējuma soļi,
- pacienta un vecāku informēšana mierīgā atmosfērā,
- uz indikācijām pamatots izmeklējuma protokols,
- pēc iespējas ierobežots skenēšanas zonas garums, t.sk. skenējot topogrammu,
- ideālu attēlu vietā - diagnostiskas kvalitātes attēli,
- AEK izmantošana, kur vien iespējams,
- izmantot nepieciešamajai detaļu izšķirtspējai atbilstošu slāņa biezumu (sīkākām detaļām nepieciešams plānāks slānis, kas savukārt saistīts ar paaugstinātu starojuma dozu un paaugstinātu trokšņa līmeni),
- orgānus un struktūras, kuru kontrasts attiecībā pret apkārtējiem audiem ir augsts (piem., kauli, plaušas, konkrēti nierēs) izmeklēt, izmantojot zemākas starojuma dozas,
- izmantot iteratīvās rekonstrukcijas funkcijas,
- kad vien iespējams, ja apstarošanas zonā ir acis, vairogdziedzeris vai krūts dziedzeris, DT izmeklējumam izmantot bismuta acu pārsegu.

Turpmāk sniegti praktiski ieteikumi DT izmeklējumu veikšanai atbilstoši anatomiskajam apvidum.

### 4.1. Galvas DT

#### 4.1.1. Vispārīgi apsvērumi

- MR bērnu populācijā ir galvenā metode galvas smadzeņu izmeklēšanai, un DT ir indicēta tikai akūtās situācijās vai gadījumos, kad MR ir kontrindicēta vai retos īpašos gadījumos (piemēram, DT angiogrāfija akūta asinsvadu veidojuma diagnostikai).
- Ir iespējams veikt arī galvas US izmeklējumu caur **avotiņu**, taču šo metodi atbilstoši var veikt tikai zīdaiņiem, piemēram, priekšlaicīgi dzimušajiem smadzeņu vēderiņu izmēru noteikšanai un priekšlaicīgi dzimušo galvas smadzeņu izvērtēšanai; metodes iespējas ir ierobežotas traumatisku bojājumu gadījumos, kuru ārstēšanai nepieciešama neiroķirurģiska iejaukšanās.
- Galvas smadzeņu išēmija bērniem tiek diagnosticēta izmantojot MR, un bērnu populācijā galvas išēmijas diagnostikā nevajadzētu izmantot DT ar perfūziju pārmērīgi augstās starojuma dozas dēļ.

Par galvas traumas DT diagnostiku plašāk skatīt sadaļā par traumām.

#### 4.1.2. Indikācijas

- Aizdomas par akūtu galvas smadzeņu bojājumu (piemēram, intrakraniālu hemorāģiju),
- Galvas smadzeņu vēderiņu izmēru noteikšanai pacientiem ar ventrikuloperitoneālu šuntu, ja avotiņš ir slēgts un MR nav pieejama (skatīt 5.2 nodaļu),
- Ķirurģiskas iejaukšanās plānošanai galvaskausa šuvju priekšlaicīgas slēgšanās gadījumos (skatīt turpmāk).

#### 4.1.3. Izmeklējuma veikšana

Izmeklējumu veic, izvēloties aksiālos vai spirāles griezumus. Ja vien iespējams, gētrijs ir jāsasver tā, lai izvairītos pakļaut starojumam acs lēcu. Attēlu kvalitātei vajadzētu būt pietiekami labai, lai būtu iespējams diferencēt pelēko no baltās vielas (gan kortikālo zonu, gan dziļumā lokalizēto pelēko vielu, piemēram, bazālos ganglijus). Intravenozo kontrastvielu izmanto ļoti reti; gadījumā, ja nepieciešama jebkāda cita papildu informācija, to vislabāk var iegūt, veicot MR izmeklējumu.

### 4.2. Galvas skenēšana galvas smadzeņu vēderiņu izvērtēšanai

#### 4.2.1. Vispārīgi apsvērumi

Kamēr bērnam ir atvērts avotiņš, smadzeņu vēderiņu izmērus iespējams izvērtēt ar US metodi. Izmeklējot vecākus bērnus, ir vēlama MR. Ja nav iespējams veikt MR, nepieciešams veikt DT izmeklējumu ar zemu starojuma dozu; pilnībā optimizējot skenēšanas parametrus, pacienta saņemtā doza būs ievērojami zemāka kā rutīnas galvas smadzeņu izmeklējumā.

#### 4.2.2. Indikācijas:

- Aizdomas par smadzeņu vēderiņu dilatāciju ventrikuloperitoneālā šunta disfunkcijas dēļ.

#### 4.2.3. Izmeklējuma veikšana

Tā kā attēla kvalitāte ir nepieciešama tikai smadzeņu vēderiņu izmēru izvērtēšanai, diagnozes uzstādīšanai pietiek ar samērā trokšņainu attēlu. Tādējādi var izmantot ievērojami zemākus skenēšanas parametrus, salīdzinot ar standarta galvas DT izmeklējumu. Diagnozes iegūšanai pietiek veikt 4-5 slāņu skenēšanu galvas smadzeņu vēderiņu līmenī, topogrammas attēlā pozicionējot vienu no slāņiem smadzeņu vēderiņa šunta gala līmenī, lai pārliecinātos par tā novietojumu.

### 4.3. Galvas smadzeņu šuvju skenēšana

#### 4.3.1. Vispārīgi apsvērumi

Diagnoze - galvaskausa šuvju priekšlaicīga slēgšanās - parasti ir klīniska. Nepieciešamības gadījumā atbilstoši radiologa norādījumiem var veikt ultrasonogrāfiju vai rentgenizmeklējumu. Ultrasonogrāfija (ar vismaz 7,5 MHz zondi) tiek vērtēta kā droša metode, īpaši vienas šuves izmeklēšanai (piemēram, plagiocefālijas gadījumā). DT izmeklējumu parasti nepieciešams veikt ķirurģiskas iejaukšanās plānošanai.

#### 4.3.2. Izmeklējuma veikšana

DT tiek veikta atbilstoši konkrētās iestādes, kurā izmeklējums tiek veikts, protokolam, ko izveido tā, lai iegūtu adekvātas 3D rekonstrukcijas. Attēla kvalitātei ir jābūt pietiekami labai, lai izšķirtu kaulu struktūras.

## 5.1. Ausis, deguns un rīkle

### 5.1.2. Vispārīgie apsvērumi

DT metodi ausu, deguna un rīkles zonas izmeklēšanai parasti parasti lieto, lai izvērtētu kaulu struktūras, un dabīgais kaulaudu kontrasts pieļauj zemas skenēšanas parametrus. Zemas starojumu dozas tehnika īpaši attiecas uz sejas kaulu un deguna blakusdobumu skenēšanas, jo šajās zonās ir liels audu kontrasts. Skenēšanas parametrus nepieciešams optimizēt atbilstoši pacienta izmēriem. Pareizi veicot optimizāciju, pacienta saņemtā starojuma doza ir pielīdzināma saņemtai starojuma dozai pēc konvencionālās rentgenizmeklējuma veikšanas šajā pat zonā.

### 5.1.3. Deguna blakusdobumu DT

#### 5.1.3.1. Vispārīgie apsvērumi

Komplicētu vai hronisku sinusītu gadījumos DT sniedz daudz detalizētāku informāciju par anatomiju nekā konvencionālā radiogrāfija.

#### 5.1.3.2. Indikācijas:

- Ķirurģiska plānošana (FESS-TT – funkcionāla endoskopiska sinusu operācija): ķirurģiska kartēšana pirms operācijas, zemas starojuma dozas DT,
- Komplicētu sinusītu gadījumos (epidurāls abscess vai orbitāls subperiostāls abscess): ķirurģiska kartēšana pirms operācijas, ja nepieciešams, lai operācija navigācijas kontrolē būtu iespējama: DT ar zemu starojuma dozu,
- Aizdomas par audzēju: kaulu struktūru attēldiagnostika papildus MR, nepieciešams iegūt labas kvalitātes attēlus gan kauliem, gan mīkstajiem audiem.

#### 5.1.3.3. Izmeklējuma veikšana

Kad vien iespējams, ir jālieto vairogdziedzera aizsargs. Bismuta pārklāju acīm nedrīkst izmantot, plānojot operāciju datorizētas navigācijas kontrolē, kuras pamatā ir sejas struktūru atpazīšana, kas pārklāja lietošanas gadījumā tiks traucēta.

Izmeklējumu veic ar spirālveida skenēšanas tehniku aksiālā virzienā, 1 mm biezi slāņi tiek rekonstruēti aksiālā, koronārā un sagitālās plaknēs, izmantojot gan kaulu, gan mīksto audu algoritmus. Skenēšanas spriegums 80 kV parasti ir pietiekams visiem pacientiem kaula struktūru vizualizācijai auss, deguna un rīkles zonā. Veicot skenēšanu ar zemu starojuma dozu, efektīvās mAs vērtības var būt 17-25 mAs atkarībā no bērna lieluma.

### 5.1.4. Auss reģiona DT

#### 5.1.4.1 Vispārīgā informācija

DT izmeklējums iekšējai ausij ir īpašs izmeklējums, ko lielākoties veic ķirurģiskas ārstēšanas plānošanai.

#### 5.1.4.2. Indikācijas

- Kohleārā implanta operācija: veic gan MR, gan DT izmeklējumu,
- Iekšējās auss anomāliju attēldiagnostika papildus MR: Daudzas iekšējās auss struktūras anomālijas, kā, piemēram, izmainītus dzirdes kauliņus vai dzirdes kanāla atrēziju, var vizualizēt tikai DT izmeklējumā,
- Holesteatomu diagnosticē klīniski, attēldiagnostika ir nepieciešama tikai īpašos gadījumos; DT visbiežāk tiek izmantota ķirurģisku operāciju plānošanai,

- Komplikēta infekcija (piemēram, subperiosteāls vai epidurāls abscess, sinusa tromboze): bērniem izvēles izmeklēšanas metode ir MR, taču DT var būt nepieciešama kaulu destrukcijas izvērtēšanai.

### 5.1.4.3. Izmeklējuma veikšana

Neskatoties uz attīstītām rekonstruēšanas metodēm, ir nepieciešama rūpīga pacienta galvas pozicionēšana, lai skenēšanas garums būtu iespējami īss, tādējādi samazinot pacientam saņemtā starojuma dozu. Galvu pozicionēt taisni, lai deniņkaulu skenēšana būtu īsākajā iespējamā skenēšanas apjomā no aizauss paugura gala līdz bungdobuma augšējai malai. 0,5 mm slāņi tiek rekonstruēti īstajā aksiālajā plaknē (galvaskausa pamatnes plakne) un koronārajā plaknē. Gan kaulu, gan mīksto audu algoritmus lieto iekaisīga rakstura pārmaiņu un iedzimtu patoloģiju izvērtēšanai.

### 5.1.5. Sejas kaulu DT

#### 5.1.5.1. Vispārīgā informācija

Galvaskausa – sejas kaulu proporcijas un nelielā izmēra deguna blakusdobumu dēļ sejas kaulu lūzumi bērniem ir visai reti sastopami. Pediatriskajiem pacientiem konvencionālo rentgenogrāfiju sejas kauliem uzskata par nepietiekami informatīvu, un tieši tādēļ DT ir pirmās izvēles izmeklējums gadījumos, kad klīniski ir aizdomas par sejas kaulu lūzumiem. Aizdomas par deguna kaula lūzumu gadījumos, nav nepieciešama veikt nekāda veida attēldiagnostika.

Visbiežākie orbītas lūzumi bērniem līdz 7 gadu vecumam sastopami orbītas augšējā sienā, taču vecākiem bērniem deguna blakus dobumu attīstīšanās dēļ biežāk sastopami orbītas apakšējās sienas lūzumi. Orbītas lūzumi bērniem ļoti reti tiek ārstēti ķirurģiski, taču apakšējā taisnā muskuļa iesprūšanas (“*entrapment*”) (klīniski uzstādīta diagnoze) gadījumā nepieciešama ķirurģiska ārstēšana.

#### 5.1.5.2. Indikācijas:

- Aizdomas par klīniski nozīmīgu (nepieciešama ķirurģiska ārstēšana) sejas kaulu lūzumu: zemas starojuma dozas izmeklējums.

#### 5.1.5.3. Izmeklējuma veikšana

Izmeklējums tiek veikts ar spirālveida skenēšanas metodi; izmeklējumu ieteicams veikt ar zemu starojuma dozu. Rekonstrukcijas aksiālajā, koronārajā un sagitālajā plaknē tiek veiktas gan pēc kaulu, gan pēc mīksto audu algoritmiem. Sejas kaulu izmeklēšanai rekonstruētā slāņa biezumam jābūt 1-2 mm.

## 6.1. Kakla DT

### 6.1.1. Vispārīgi apsvērumi

DT kakla daļai ir indicēta tikai īpašos gadījumos. Izvēles izmeklēšanas metodes mugurkaula kakla daļas izmeklēšanai ir US un MR. US var nebūt informatīva dziļi lokalizēto kakla infekciju gadījumā, un bērniem, kam ir slikta **tauku kroku** vizualizācija, mīksto audu diferencēšana ar DT metodi ir apgrūtināta. Ja nav iespējams veikt MR, iesaka DT veikt ar kontrastvielas ievadi.

Informāciju par DT mugurkaula traumas gadījumā skatīt tālāk.

## 7.1. Krūškurvja DT

### 7.1.1. Vispārīgā informācija

DT izmeklējumu krūšu kurvī izpilda, veicot spirālveida skenēšanu. Izņēmums ir augstas izšķirtspējas datortomogrāfijas (AIDT) izmeklējums, ko veic, skenējot plaušas atsevišķos plānos slāņos pilnā apjomā vai skenējot tikai interesējošo zonu.

Kontrastvielu lieto, katru klīnisko gadījumu izvērtējot individuāli. Intravenozās kontrastvielas izmantošana var palīdzēt vizualizēt vidējas struktūras, īpaši maziem bērniem, tomēr kontrastvielas nepieciešamība ir jāizvērtē individuāli. Vecākiem bērniem, it īpaši, veicot atkārtotu izmeklējumu, kontrastvielu izmanto reti. Kontrastvielas ievade nav indicēta metastāžu atklāšanai plaušu parenhīmā.

DT angiogrāfija ir kā alternatīva metode MR izmeklējumam, it sevišķi - smalko asinsvadu struktūru dēļ - jaundzimušo izmeklēšanā. Pazeminot rentgenstaru spuldzes spriegumu (kV), palielinās attēla kontrasts, tādēļ angiogrāfijas izmeklējumu iesaka veikt šādi. Rentgenstaru spuldzes sprieguma samazināšana ļauj samazināt saņemto starojuma dozu, tomēr palielinātā attēla trokšņa dēļ var būt nepieciešams palielināt rentgenpuldzes strāvu (mAs).

Krūškurvja DT izmeklējumu parasti veic, diagnosticējot un veicot metastātisko slimību dinamisko novērošanu, taču vidējas struktūras diagnostikā priekšroka dodama MR izmeklējumam. Tas īpaši attiecas uz mugurējās vidējas struktūras audzējiem, kur muguras smadzeņu kanāla iesaistes izvērtēšanai var būt izšķirošā nozīme. Plaušu abscesa izvērtēšanai, īpaši dinamiskās novērošanas gadījumā, MR izmeklējuma precizitāte ir pietiekama. Izvēles metode, lai izvērtētu šķidrumu pleiras telpā, ir US, un nav pierādīts, ka DT izmeklējums sniegtu vairāk informācijas pleirāla šķidruma gadījumā..

Muguras traumas DT diagnostika apskatīta tālāk.

Kaulu struktūru izmeklējumi apskatīti 10.3. nodaļā "Trauma" un 11.5. nodaļā "Mugura".

### 7.1.2. Indikācijas

- Komplicēta infekcija:
  - plaušu abscesu diagnosticēšanai un kontrolei apsverams MR izmeklējums;
  - šķidruma pleiras telpā noteikšanai un izvērtēšanai izvēles metode ir US.
- Audzēju un metastāžu noteikšanai un dinamiskai novērošanai MR bieži vien ir labāka izvēle, īpaši mugurējās vidējas struktūras sienas audzēju gadījumā.
- Vidējas struktūras patoloģiju parenhīmas un struktūras izmeklēšana (apdomāt MR pielietošanu, kad tas iespējams). Tīmusa vizualizēšanai visinformatīvākā metode ir ultrasonogrāfija.
- DT angiogrāfija:
  - sīkas asinsvadu struktūras (mazākas par 4 mm),
  - plaušu embolija,
  - sirds un asinsvadu struktūras izvērtēšanai, gadījumā, ja ilgstošas sedācijas dēļ vai metālisko implantu dēļ nav iespējams veikt MR.

### 7.1.3. Izmeklējuma veikšana

Izmeklējot pacientus ar modernajām daudzslāņu DT iekārtām, kas nodrošina ātru pacienta skenēšanu, maza vecuma bērniem elpas aizture nav nepieciešama. Sedācija parasti provocē

atelektāzes veidošanos, no kuras var būt sarežģīti izvairīties. Šādos gadījumos atelektātisko plaušu mugurējo zonu ventilēšanā var palīdzēt pacienta pozicionēšana stāvoklī guļus uz vēdera.

Skenēšanas apjomu izvēlas atbilstoši indikācijām. Plaušas parasti skenē zonā no plaušu galotnēm līdz pleiras sīnusiem; ir jāizvairās palielināt skenēšanas zonu, ja tam nav noteikta pamatojuma. Plaušu pietiekami labais dabīgais kontrasts ļauj gan samazināt rentgenstaru spuldzes spriegumu (kV), gan tās strāvu (mAs), tādējādi samazinot pacienta saņemto starojuma dozu. Bērniem, kuru svars nepārsniedz 10 kg, piemērotais rentgenstaru spuldzes spriegums ir 80 kV, bērniem, kuru svars nepārsniedz 60 kg, piemērotais spriegums ir 100.

Intravenozas kontrastvielas ievades nepieciešamība ir atkarīga no indikācijām; metastāzes plaušās var vizualizēt, neievadot i/v kontrastvielu. Tomēr kontrastvielu nepieciešams lietot vismaz komplikētas pneimonijas un audzēju gadījumā, kā arī videnes struktūru izcelšanai, īpaši maza vecuma bērniem (tīmusa vizualizēšana). Kad nepieciešams, lieto 300 mg I/ml nejonētas jodu saturošas kontrastvielas, tās apjoms ir 1,5 – 2 ml/kg bērniem, kuru svars nepārsniedz 20 kg, un 1 – 1,5 ml/kg bērniem, kuru svars pārsniedz 20 kg, kopējā apjomā līdz 50 ml.

Kontrastvielas ievades ātrums ir atkarīgs no bērna lieluma, asinsvadu diametra, un skenēšanas indikācijām; parasti tas ir 1 – 3 ml/s. Kad vien iespējams, jālieto automātiskais bolus injektors. Lai vizualizētu visas asinsvadu struktūras, skenēšanas kavējums, atkarībā no bērna lieluma, ir 20 – 30 sekundes.

## **7.2. Augstas izšķirtspējas DT**

### **7.2.1. Vispārīgā informācija**

Augstas izšķirtspējas datortomogrāfija (AIDT) ar plāniem starpslāņiem ir noderīga metode plaušu parenhīmas un elpceļu slimību diagnostikā. Difūzu intersticiālu plaušu diagnostikā un vēl jo vairāk – slimības izvērtēšanā AIDT ir jutīgāka metode, salīdzinot ar krūškurvja rentgenogrāfijas izmeklējumumu. Difūzu intersticiālu plaušu slimību spektrs pediatrikajiem un pieaugušajiem pacientiem ir atšķirīgs. Gan klīniskās, gan radioloģiskās pazīmes bērniem ir mazāk specifiskas, ne vienmēr ir vienkārša pat histopatoloģiskā diferenciāldiagnoze, tādēļ precīza diagnozes noteikšana var būt sarežģīta.

AIDT izmeklējuma mērķis ir plaušu patoloģijas novērtēšana, tās apjoma noteikšana, kā arī veidojumu raksturošana un diferenciāldiagnožu skaita samazināšana, kā arī atbilstošas lokalizācijas noteikšana biopsijas veikšanai.

Sekundārā plaušu daiviņa ir mazākā plaušu struktūras pamatvienība, ko norobežo saistaudu septa un ir iespējams vizualizēt AIDT. Tā sastāv no aptuveni 10 plaušu acīnusiem un to asinsvadiem, un AIDT interpretācijā, kā arī atrades klasificēšanā ir svarīga to anatomijas izpratne.

### **7.2.2. Indikācijas AIDT veikšanai pediatrijā**

- Krūšu kurvja rentgenogramma bez patoloģiskas atrades pacientam ar smagiem/neizskaidrojamiem elpošanas sistēmas simptomiem:
  - neizskaidrojams drudzis pacientiem ar imūnsupresiju,
  - neizskaidrojams elpas trūkums/elpošanas mazspēja,
  - nesakrītība starp plaušu funkcionālajiem rādītājiem un krūškurvja rentgenogrammas atradi.
- Krūšu kurvja rentgenogrammā nespecifiska patoloģija
  - slikti norobežoti mezgli, aizēnojumi vai aizdomas par intersticiālu plaušu slimību,

- nepieciešams lokalizēt biopsijas vietu.
- Bronhektāžu diagnostika
- Infekcijas seku atrade bērnam ar persistējošiem simptomiem:
  - obliterējošais bronhiolīts vai bronhektāzes,
  - cistiskā fibroze: stadijas noteikšana, reakcija uz terapiju (kontroles izmeklējumam iespējams veikts MR)
- Bronhopulmonāra displāzija: īpašos gadījumos slimības smaguma novērtēšanai.

### 7.2.3. AIDT veikšanas metodika

Lai iegūtu labas kvalitātes attēlus, ir nepieciešama elpas aizture, un šis ir iemesls, kādēļ maziem bērniem parasti nepieciešama anestēzija un skenēšana, sekojot elpošanai. Svarīga ir laba sadarbība ar anesteziologiem. Lai izmeklējums būtu veiksmīgs, elpas aiztures intervālus var pagarināt, piemēram, līdz 15 – 20 sekundēm.

Ja bērna veselības stāvokļa dēļ vispārējā anestēzija nav iespējama, izmeklējumu iespējams veikt, bērnam mierīgi elpojot, tomēr ar zemāku precizitāti. Izelpā uzņemtus attēlus var skenēt, bērnam guļot pozīcijā uz sāniem, kad neskartā plauša ir ieelpas stāvoklī, bet skartā – izelpas stāvoklī.

Aksiālie AIDT attēli (1 – 1,5 mm) tiek rekonstruēti pēc telpiska augstas izšķirtspējas algoritma (robeža/kauls) ieelpā un izelpā. Attēla iegūšanas laikam jābūt cik vien īsam iespējams, lai izvairītos no kustību artefaktiem. Pieļaujamais slāņu intervāls primārajā izmeklējumā parasti ir 10 mm ieelpā. Kontroles izmeklējumā intervālu palielināt līdz 15-20 mm. Uzņem 3 – 5 slāņi izelpā, lai iekļautu augstāko punktu virs aortas loka un zemāko punktu, kas lokalizēts aptuveni 1 cm virs diafragmas kupola Mērķis skenēšanai izelpas laikā ir atklāt plaušas t.s. “gaisa slazdus”, tādējādi pieļaujot zemāku attēlu kvalitāti, salīdzinot ar ieelpā uzņemtajiem attēliem. Iespējams, atelektāzes mugurējās plaušu zonās dēļ var rasties nepieciešamība iegūt nelielu skaitu papildus attēlu, skenējot pacientu stāvoklī guļus uz uz vēdera.

Pārskatot attēlus, ir svarīgi izvēlēties atbilstošu logu, kas atkarīgs no attēlu pārskatīšanas iekārtas un apstākļiem. Veicot attēlu salīdzinājumu, vienmēr ir svarīgi vienmēr izmantot identisku loga režīmu, lai varētu veikt attēlu salīdzināšanu.

Ja papildus AIDT attēliem ir vajadzīga telpisko attēlu iegūšana, mūsdienu datortomogrāfijas iekārtas ļauj veikt atbilstošo AIDT attēlu rekonstruēšanu, izmantojot spirāles skenēšanas izejas datus, un šim nolūkam papildu skenēšana nav nepieciešama. Tā kā, izmantojot ar malu kontrastējuma algoritmu, troksnis attēlā ir lielāks, lai iegūtu atbilstošas diagnostiskas kvalitātes attēlu, var rasties nepieciešamība palielināt strāvas stiprumu spuldzē.

## 7.3. Krūškurvja datortomogrāfijas angiogrāfijas izmeklējumi

### 7.3.1. Vispārīgā informācija

Sirds struktūras labāk izmeklējamās ar ultrasonogrāfijas metodi, salīdzinot ar DT, tomēr asinsvadu struktūru vizualizācija US var būt nepietiekama. Jo īpaši jaundzimušajiem, patoloģisko asinsvadu struktūras var būt tik smalkas, ka izšķirtspēja pat MR attēlā var būt nepietiekama. DT izmeklējums sniedz informāciju par bronhu stāvokli un plaušu parenhīmu, kas var būt noderīga, jo īpaši jaundzimušajiem.

### 7.3.2. Indikācijas:

- sīkas asinsvadu struktūras (mazākas par 4 mm),
- plaušu embolija,



- sirds izmeklēšana gadījumā, ja ilgstošas sedācijas dēļ vai metālisko implantu dēļ nav iespējams veikt MR.

### 7.3.3. Izmeklējuma veikšana

Maziem bērniem ir nepieciešama anestēzija, taču elpas aizture parasti nav nepieciešama. DT angiogrāfijas izmeklējums bez kontrastvielas ievades nav informatīvs. Ja nepieciešams dažādu struktūru kontrastējums dažādās fāzēs, sirds patoloģiju izmeklēšanā skenēšana var tikt veikta divreiz.

Lai nodrošinātu kontrastvielas nokļūšanu vēlamajās struktūrās, ātrai medikamenta ievadei izmanto elkoņa vēnu. Kad vien iespējams, jālieto automātiskais bolus injektors. Skenēšanas aizkave ir atkarīga no izmeklējamās struktūras: piemēram, plaušu artērijas vai vēnas, aortas vai visas asinsvadu struktūras vienlaikus. Skenēšanas uzsākšana arī atkarīga no bērna auguma un injekcijas vietas. Bērniem piemīt ātra asins plūsmas cirkulācija, tādēļ iespējamo k/v aizkavi novērtēt ir grūti. Ja iespējams, ieteicams lietot kontrastvielas koncentrācijas automātiskās noteikšanas funkciju. Izmeklējot un skenējot mazus bērnus, pēc protokola noteiktais skenēšanas aizkaves laiks var būt pārāk ilgs. Šajos gadījumos nepieciešams aprēķināt nepieciešamo skenēšanas laiku līdz aizkaves sākumam. Uzsākot skenēšanu uzreiz pēc kontrastvielas ievades, visu asinsvadu struktūru kontrastējums ir samērā labs. Veicot DT angiogrāfiju, kontrastvielas ievade tiek veikta ātri, tai seko strauja fizioloģiskā šķīduma ievadīšana. Izmeklējot zīdaiņus un mazus bērnus, pietiekams ievadīšanas ātrums parasti ir 1–1,5 ml/s, vecākiem bērniem – 2-3 ml/s. Dažreiz var rasties nepieciešamība kontrastvielu ievadīt ar ātrumu 4-5 ml/s; tādā veidā parasti tiek izmantoti bērniem, kas vecāki par 10 gadiem.

## 8. Vēdera dobuma izmeklēšana

### 8.1. Vispārīgā informācija

Izvēles metode vēdera dobuma izmeklēšanai pediatrijā ir US. Vēdera dobuma izmeklēšanai pediatrijā DT izmeklējuma vietā iesaka izvēlēties MR izmeklējumu, kaut arī ilgā skenēšanas laika dēļ tā veikšanai pacientiem, kas jaunāki par 7 gadiem, nepieciešama vispārējā anestēzija. Izmeklējot vēdera dobuma audzējus, DT izmeklējumu lieto reti. Veicot dinamiskās novērošanas izmeklējumus onkoloģiskajiem pacientiem, ieteicams krūškurvja DT izmeklējums kombinācijā ar MR izmeklējumu vēdera dobumam.

Tā kā vēdera dobuma periviscerālo tauku daudzums pediatriiskajiem pacientiem ir neliels un vēdera dobuma orgānu savstarpējais kontrasts ir vājš, veicot DT izmeklējumu vēdera dobuma orgāniem parasti ir nepieciešama i/v kontrastvielas ievade. Nelielā vēdera dobuma periviscerālo taukaidu apjoma dēļ izmeklējuma natīvajai fāzei (bez kontrastvielas ievades) nav pamatojuma, un to neveic.

Literatūrā nav vienprātības saistībā ar rentgennegatīvas vai rentgenpozitīvas kontrastvielas pielietošanu zarnu kontrastēšanai, un izvēle atkarīga no skenēšanas indikācijām. Akūta apendicīta diagnoze tiek uzstādīta pēc klīniskajiem simptomiem, un diferenciāldiagnostikai, kā arī, lai pieņemtu lēmumu par konservatīvu vai operatīvu ārstēšanu, var izmantot US. Izmeklējot akūtu vēderu bērnu vecuma pacientiem, DT izmeklējumu izmanto reti. Izņēmums ir akmeņi urīnceļos, kas ir reti sastopama patoloģija pediatrijā. Šādos gadījumos DT tiek pielietota papildus ultrasonogrāfijai, veicot izmeklējumu ar zemu starojuma dozu un bez intravenozas kontrastvielas ievades.

DT ir svarīga metode asinsvadu struktūru izmeklēšanā, tomēr indikācijas šim izmeklējumam visbiežāk ir saistītas ar komplikētu transplantācijas operāciju. Šādiem pacientiem izvēloties MR izmeklējumu, MR izmeklējuma laikā saistībā ar sistēmiskās nefrogēnās fibrozes risku var

būt kontraindicēta arī gadolīnija saturošas kontrastvielas pielietošana, kā dēļ priekšroka ir dodama DT izmeklējumam.

### 8.1.2. Indikācijas

- Trauma ar klīniskām vēdera dobuma orgānu traumas pazīmēm vai nestabils pacienta stāvoklis traumas gadījumā.
- KomPLICĒTAS infekcijas gadījums, ja ultrasonogrāfijas izmeklējums nesniedz pietiekamu informāciju un MR izmeklējums nav pieejams.
- Aizdomas par konkrētiem urīnceļos, ja US izmeklējums nesniedz pietiekamu informāciju (izmeklējumu veic ar zemu starojuma dozu, bez intravenozas kontrastvielas ievades).

### 8.1.3. Izmeklējuma veikšana

Veicot izmeklējumu ar mūsdienu ātrajām DT iekārtām, elpas aizture pacientam nav obligāta, bet ir ieteicama. Anestēzijas lietderība ir jānosaka katrā gadījumā atsevišķi, izvērtējot bērna attīstības līmeni. Vairumā gadījumu izmeklējumu veic ar kontrastvielas ievadi, tādēļ nepieciešama venoza pieeja.

Nepieciešamību zarnu kontrastēšanai/pildīšanai ar ūdeni vai rentgenpozitīvu perorālo kontrastvielu nepieciešams izvērtēt katrā gadījumā atsevišķi. Tomēr pediatriem pacientiem, kas tiek nosūtīti uz DT izmeklējumu, parasti ir smagi slimi un nespēj iedzert kontrastvielas šķīdumu, savukārt pacientiem ar traumu parasti tiek izmeklēti bez perorālas kontrastvielas. Perorālu rentgenpozitīvu kontrastvielu izmanto galvenokārt, lai diagnosticētu vēdera dobuma abscesu. Jo mazāks bērns, jo vēdera dobumā ir mazāk taukaidu, kas apgrūtina zarnu cilpu izsekošanu, tāpēc ir grūti noteikt, vai attēlā redzamais šķidrums ir zarnās vai ārpus tām. Kā perorālo kontrastvielu var izmantot 10 ml ūdenī šķīstošu kontrastvielu ar joda saturu 300 mg/ml, pievienojot to 400 ml ūdens vai sulas. Šo saturu nozīmē devā 20 ml/kg, sadalot divas daļās. Tievo zarnu pasāžas laiks bērniem ir ļoti atšķirīgs, taču tas ir aptuveni 1,5 stundu ilgs, tādēļ pirmo kontrastvielas devu pacientam dod 1,5 stundu pirms izmeklējuma un otro devu - 15-30 minūtes pirms izmeklējuma sākuma.

Parasti lieto nejonētu intravenozi vadāmu kontrastvielu ar joda koncentrāciju 300 mg/ml, devā 1,2-1,5 ml/kg. Skenēšanas aizkave atkarīga no bērna auguma, kanulas diametra un kontrastvielas ievades ātruma. Publikācijās ir minētas dažādas kontrastvielas ievades ātruma (ml/s) izskaitļošanas metodes, kā, piemēram,

- $\text{svars (kg)} \times 0,1$  vai
- $(\text{ievadāmais tilpums (ml)}) / \text{aizkave} - 15 \text{ sekundes}$ .

Aknu parenhīmas kontrastējums ir pietiekams, kad kontrastviela ir redzama aknu vēnās. Balstoties uz pētījumu datiem, lai panāktu šādu kontrastējumu, mazākiem bērniem ir nepieciešamas 50 sekundes, savukārt vecākiem bērniem - 60-70 sekundes. Pielietojot kontrastvielas koncentrācijas automātiskās noteikšanas funkciju, izpētes apgabalu (ROI) novieto vēdera aortas augšējā daļā, un skenēšanu atkarībā no bērna lieluma uzsāk 30 – 50 sekundes pēc tam, kad aortas kontrastējums ir pietiekams.

Skenēšanas apgabals ietver zonu no diafragmas līdz simfīzei, tomēr tas atkarīgs arī no izmeklējuma indikācijām. Skenējot urīnizvadceļus, skenēšanu sāk no nieru augšpola. Ir jāizvairās skenēt pārlietu lielu apgabalu.

Optimālākā rekonstruētā slāņa biezums ir 2-3 mm vai pat 4-5 mm (īpaši lielāka izmēra bērniem). Rekonstruēšanai parasti izmanto mīksto audu algoritmu. Tomēr traumas pacientiem nepieciešamas arī rekonstrukcijas kaulu logā. Plaušu logs var būt noderīgs, lai konstatētu brīvu

gaisu vēdera dobumā ārpus zarnu cilpām. Zarnu cilpu izvērtēšanai nepieciešamas arī rekonstrukcijas koronārajā plaknē.

Bērniem ar nelielu periviscerālo taukaidu daudzumu zarnu un to sieniņu izvērtēšana ir sarežģīta. Dažreiz ir grūtības atšķirt aklās zarnas piedēkli no pārējām tievajām zarnām, kā arī atdiferencēt viegli iekaisušu aklās zarnas no veselām zarnām.

## **8.2. DT angiogrāfija (DTA) vēdera dobumam**

### **8.2.1. Indikācijas**

- Vēdera dobuma asinsvadu struktūru skenēšana īpašos gadījumos, kad US izmeklējums nesniedz pietiekamu informāciju un MR izmeklējums nav pieejams vai tā izšķirtspēja ir nepietiekama.

### **8.2.2. Izmeklējuma veikšana**

Lai nodrošinātu kontrastvielas pietiekamu koncentrāciju, ir nepieciešama pieeja lielai elkoņa vēnai. Parasti izmanto nejonētas kontrastvielas ar joda koncentrāciju 300 mg/ml devā 2 ml/kg, ievadot to ar bolus injektoru. Skenēšanas aizkave ir atkarīga no bērna auguma, kanulas diametra un kontrastvielas ievades ātruma. Veicot DTA, tiek veikta ātra kontrastvielas ievade ar sekojošu strauju fizioloģiskā šķīduma ievadi. Izmeklējot mazus bērnus, optimāls kontrastvielas ievades ātrums parasti ir 1–1,5 ml/s, vecākiem bērniem – 2-3 ml/s. Dažreiz var rasties nepieciešamība kontrastvielu ievadīt ar ātrumu 4-5 ml/s; tāds parasti tiek izmantots, izmeklējot pusaudžus. Bērniem piemīt ātra asins plūsmas cirkulācija, tādēļ ir grūti precīzi aprēķināt kontrastvielas aizkavi, tādēļ, ja iespējams, ieteicams lietot kontrastvielas koncentrācijas automātiskās noteikšanas funkciju, izpētes apgabalu (ROI) novietojot vēdera aortas augšējā daļā. Izmeklējot un skenējot mazus bērnus, pēc protokola noteiktais skenēšanas aizkaves laiks var būt pārāk ilgs, tādēļ skenēšanu var uzsākt uzreiz pēc kontrastvielas ievades beigām, parasti sasniedzot vidēji labu visu asinsvadu kontrastējuma līmeni. Perorāli ievadāmo kontrastvielu DT angiogrāfijā nelieto.

## **9. DT izmeklējums traumas pacientiem**

### **9.1. Vispārīgā informācija**

DT ir galvenā loma pediatriko pacientu izvērtēšanā smagas traumas gadījumā. Galvenais attēldiagnostikas mērķis ir dzīvībai bīstamu ievainojumu identificēšana. Tomēr bērnu vecuma pacientiem nevajadzētu veikt DT izmeklējumus rutīnas kārtā, izņemot gadījumus, kad pacienti cietuši augstas enerģijas traumas rezultātā. DT nepieciešamība vienmēr jāapsver katram pacientam individuāli. Visa ķermeņa skenēšanas vietā pediatrikiem traumas pacientiem DT izmeklējumu bieži vien veic fokusēti, piemēram, skenējot tikai vēdera dobuma rajonu.

Lai arī US jutība ir tikai apmēram 55% arī pediatrikā populācijā, kombinējot to ar klīniskās izmeklēšanas datiem, jutība var sasniegt pat 100%. Tomēr US ir ievērojami lielāka loma pediatriku pacientu attēldiagnostikā nekā pieaugušo pacientu vidū. Ja tiek izmeklēts hemodinamiski stabils pacients un FAST US (*focused assessment with sonography for trauma – fokusēts US izvērtējums pacientam ar traumu*) ir bez patoloģijas, DT vietā ieteicams veikt rūpīgāku SLOW (*second look if otherwise well – otrreizēja US izvērtēšana, ja pacientam nekonstatē patoloģiju*) US izmeklējumu.

Lēmums par DT izmeklējuma veikšanu ir balstīts uz klīnisko atradi (sāpēm, hemodinamisko stabilitāti, neiroloģiskiem simptomiem). Lēmumu ietekmē arī saistītie ievainojumi, piemēram, DT izmeklējums ir indicēts pie aizdomām par mugurkaula vai iegurņa kaula lūzumu.

## 9.2. DT pie galvas traumas

Tā kā pēc prevalence neiroķirurģiskas operācijas veikšanai ir tikai 0,02%, DT izmeklējums pēc mazas galvas traumas nav indicēts. Mazu bērnu samaņas līmeņa izvērtēšana traumatiska bojājuma rezultātā, izmantojot Glāzgova Komā Skalu (GKS), ir ļoti neprecīza, tādēļ GKS izolēti netiek lietota. Lai izvērtētu indikācijas DT izmeklējumam pēc galvas traumas izmanto t.s. CHALICE kritērijus (jutība klīniski nozīmīga galvas smadzeņu bojājumu noteikšanai - 98% un specifiskums – līdz 87%):

- GKS <14 vai <15, ja bērns jaunāks par 2 gadiem,
- miegainība vai neraksturīga uzvedība,
- pozitīva fokāla neiroloģiska simptomātika,
- samaņas zudums ilgāk par 5 minūtēm un tam ir liecinieki,
- amnēzija ilgāk par 10 minūtēm,
- aizdomas par galvaskausa pamatnes lūzumu,
- liela (> 5 cm) zemādas hematoma/nobrāzums galvas ādā, ja pacients ir jaunāks par 2 gadiem,
- krampji pēc galvas traumas,
- atkārtota vemšana vai vemšana palielinātā apjomā,
- pieaugošas galvas sāpes,
- augstas enerģijas trauma (piemēram, ceļu satiksmes negadījums >50 km/h, kritiens no augstuma >3m),
- politrauma.

## 10. Mugurkaula trauma

Izmeklējot pacientu ar mugurkaula traumu, jāatceras, ka bērniem var būt ievērojams muguras smadzeņu bojājums bez kaulu struktūru patoloģijas.

### 10.1. Indikācijas

Mugurkaula kakla daļas trauma:

- klīniskas aizdomas par mugurkaula bojājumu kakla daļā,
- neskaidra pārskata rentgenuzņēmuma aina vai aizdomas par nestabilu lūzumu.

Ieteicamie kritēriji, kas liecina par palielinātu kakla daļas lūzumu risku:

- traumas pacientam samaņas zudums (arī intoksikācija),
- fokāla neiroloģiska simptomātika,
- sūdzības par sāpēm kakla daļā,
- tortikollis,
- būtisks ķermeņa ievainojums,
- predisponējošs stāvoklis (piemēram, Dauna sindroms, spondiloepifizeāla displāzija (SED)),
- niršana kā traumas mehānisms,

- augstas enerģijas trauma.

### **Mugurkaula krūšu un jostas daļa**

- neskaidra pārskata rentgenuzņēmuma aina vai aizdomas par nestabilu lūzumu.

## **11. Krūšu kurvja un vēdera dobuma trauma**

### **11.1. Indikācijas:**

- klīniski aizdomas par krūšu daļas bojājumu vai vēdera dobuma parenhimatozo orgānu plīsumu,
- tālāka parenhimatozo orgānu bojājumu izvērtēšana, ja orgāna bojājums diagnosticēts ar US metodi,
- tālāka attēldiagnostika pēc patoloģiskas atrades krūšu kurvja rentgenogrammā.

## **12. Traumas pacienta izmeklēšana**

Galvas DT izmeklējums tiek veikts bez kontrastvielas ievades, izmantojot aksiālās skenēšanas vai spirālveida skenēšanas tehniku. Spirālveida skenēšanas gadījumā starojuma doza, ko saņem acs orbītas lēca, var būt samērā augsta, taču ar spirālveida skenēšanas tehniku ir iespējams nepieciešamības gadījumā vienlaicīgi skenēt arī sejas struktūras, tādējādi saņemtajā starojuma doza ir mazākā nekā skenējot atsevišķi.

Mugurkaula kakla daļas skenēšanu var veikt, nenoņemot kakla apkakli. Ja iespējams, ķermeņa skenēšanu vajadzētu veikt ar virs galvas paceltām rokām. Jonizējošā starojuma doza ir zemāka, ja izmeklējamais apgabals tiek skenēts vienā paņēmienā. Ķermeņa – krūškurvja un vēdera dobuma - izmeklēšana tiek veikta, intravenozi ievadot kontrastvielu (devā 2 ml/kg, joda koncentrācijā 300 mg I/ml). Perorāla kontrastviela netiek izmantota. Ja ir nepieciešams DTA izmeklējums (piemēram, apakšējām ekstremitātēm), to veic pirms ķermeņa skenēšanas; tādā gadījumā angiogrāfijā ievadāmo kontrastvielu var izmantot ķermeņa orgānu skenēšanai.

Krūšu daļas skenēšanu nepieciešams veikt tā, lai labi kontrastētos maģistrālie asinsvadi.

Skenējot vēdera dobumu, ļoti būtiska ir laba kontrastvielas krāšanās parenhimatozajos audos. Skenēšanas aizkave ievērojami atšķiras atkarībā no bērna lieluma un hemodinamikas (krūškurvja apvidum apmēram 10-30 s, vēdera dobumam - 50-70 s). Visa ķermeņa izmeklēšana tiek veikta vienā paņēmienā, tādējādi nodrošinot kā vēdera dobuma orgānu, tā maģistrālo asinsvadu iekontrastēšanos.

Pie aizdomām par urīnizvadsistēmas bojājumu, kad nepieciešams kā parenhimatozo orgānu, tā urīnizvadceļu kontrastējums, veic t.s. dalītā bolusa metodi. Šim nolūkam kontrastvielu devā 1,2-1,5 ml/kg sadala divās daļās, sākotnēji ievadot 25% no tās kopējā daudzuma, pēc tam nogaidot 10 minūtes, tad ievadot atlikušos 75% kontrastvielas un skenējot vēdera dobumu kā portovenozajā fāzē. Dalītā bolusa metode ļauj vienlaikus iegūt kā parenhimatozo orgānu, tā urīnizvadsistēmas kontrastējumu, lai redzētu iespējamo kontrastvielas ekstravazāciju.

Izmeklējot zīdaiņus, pietiekamais injekcijas ievades ātrums 1-1,5 ml/s, vecākiem bērniem 2-3 ml/s. Dažreiz var rasties nepieciešamība kontrastvielu ievadīt ar ātrumu 4-5 ml/s, taču tāds parasti tiek izmantots, izmeklējot pusaudžus.

### 13. Izmeklējumi ortopēdijā

#### 13.1. Vispārīgā informācija

Ortopēdijā DT izmeklējumi galvenokārt tiek plānoti operāciju. Kaulu dabīgais kontrasts ļauj izmantot zemu rentgenspuldzes spriegumu (80 kV) arī lielāka izmēra pacientiem. Tomēr, ja iepriekšējo operāciju rezultātā skenēšanas apgabalā ir palikuši metāliski ķirurģiskie materiāli, skenēšanas parametrus var būt nepieciešams palielināt.

#### 13.2. Kāju garuma neatbilstības mērījumi DT topogrammā

Kāju savstarpējā garuma atšķirības nosaka klīniski, un attēldiagnostiku izmanto operācijas (epifizioidēzes) plānošanā. Galvenais uzdevums, veicot DT izmeklējumi, ir noteikt, vai garuma atšķirība ir izteikta vairāk femorālajā (augšstilba) vai tibiālajā (apakšstilba) daļā. Zemās apstarojuma dozas dēļ ieteicams izmantot DT topogrammu. Tomēr, tā kā skenēšanu veic stāvoklī guļus uz muguras, iespējams, kāju anatomijas un locītavu neprecīza pozicionējuma dē, kāju garuma savstarpējā atšķirību ne vienmēr ir iespējams izvērtēt.

#### 13.3. Indikācijas

- Kāju savstarpējā garuma neatbilstības izvērtēšana epifizioidēzes plānošanai, ja klīniski noteiktā garuma atšķirība pārsniedz 2 cm.

#### 13.4. Izmeklējuma veikšana

Kāju garuma mērījumu veic topogrammā. Ja iespējams, topogrammu uzņem PA projekcijā. Kaulu struktūras izvērtēšanai pietiekamais spuldzes spriegums parasti ir 80 kV. Pozicionējot pacientu, kājas atrodas simetriskā stāvoklī blakus viena otrai, iegurnis pēc iespējas taisnākā stāvoklī, pēdas vērstas uz priekšu, nav rotētas uz ārpusi, pirkstgali novietoti kopā; atbilstoša pozicionējuma nodrošināšanai var izmantot atbalstus zem ceļa locītavām vai zem pēdām).

### 14. DT locītavām

#### 14.1. Vispārīgā informācija

Vienas locītavas (piemēram, potītes) novietošana DT iekārtas centrā, kas nepieciešams optimālai automatiskās ekspozīcijas kontroles (AEK) darbībai, ir sarežģīta, tādēļ AEK vietā jāapsver fiksētu skenēšanas parametru iestatīšana.

#### 14.2. Indikācijas

Locītavu artikulējošo virsmu lūzums operācijas plānošanas nolūkiem.

#### 14.3. Izmeklējuma veikšana

Kaulu struktūrai piemīt augsts dabīgais kontrasts, kas ļauj izmantot zemākus skenēšanas parametrus. Rentgenspuldzes spriegums 80 kV ir pietiekams, un arī zems strāvas stiprums (mAs) spuldzē ir pietiekams, jo īpaši, izmeklējot mazās locītavas. Skenēšanas zonā jāiekļauj tikai locītava ar visu lūzuma zonu un atbilstošajām kaula augšanas zonām. Ja nepieciešams izmeklēt elkoņa locītavu un pacients nevar pacelt roku virs galvas, skenēšanu veic, roku novietojot blakus ķermenim. Tādā gadījumā gan spriegums, gan strāvas stiprums spuldzē jāpalielina līdz tādām līmenim, kāds tas ir, skenējot ķermeni.

## 15. Augšanas zonu skenēšana kaula augšanas aiztures izvērtēšanai

### 15.1. Indikācijas

- Rentgenogrammā diagnosticētu augšanas zonas saplūšanas vietas apjoma izvērtēšana, operācijas plānošana.

### 15.2. Izmeklējuma veikšana

Skenēšanas zonā jābūt iekļautai tikai interesējošās locītavas augšanas zonai. Ja nepieciešams izmeklēt elkoņa locītavu un pacients nevar pacelt roku virs galvas, skenēšanu veic, roku novietojot blakus ķermenim, Tādā gadījumā gan spriegums, gan strāvas stiprums spuldzē jāpalielina līdz tādām līmenim kāds tas ir, skenējot ķermeni. No iegūtajiem attēliem veic attēlu rekonstrukcijas plaknē, kas paralēla augšanas zonai. Attēlos mēra priekšlaikus osificējušās kaula augšanas zonas proporciju.

## 16. Iedzimta gūžas locītavas displāzija

### 16.1. Indikācijas

Augšstilba kaula galviņas pozīcijas noteikšana cirkulāras ģipša imobilizācijas bērniem ar DDH gadījumā, kad nav pieejama MR.

### 16.2. Izmeklējuma veikšana

Ģipsis stabilizē pacienta iegurni, tādēļ izmeklējuma laikā nav nepieciešama sedācija. Skenēšanas zona sākas no gūžas kaula locītavas iedobuma (*acetabulum*) līdz augšstilba kaula galviņas apakšējai robežai. Izmeklējumu izpilda, uzņemot 2 – 3 aksiālus slāņus vai veicot īsu spirāles skenēšanu. Pārkaulošanās kodola izvērtēšanai locītavas dobumā zems spriegums (80 kV) un zems strāvas stiprums ir pietiekams. Skrimšļa izmeklēšanai ir indicēts MR izmeklējums.

## 17. Mugurkauls

### 17.1. Indikācijas

- Šaubīgs vai neskaidrs lūzums rentgenogrammā
- Aizdomas par nestabilu mugurkaula lūzumu
- Precīza anatomisko struktūru noskaidrošana skoliozes vai muguras skriemeļu operācijas plānošanas etapā

### 17.2. Izmeklējuma veikšana

Skriemeļu lūzumu gadījumā izmeklējuma zona tiek noteikta, vadoties pēc atrades konvencionālajā rentgenogrammā. Ir jāizvairās palielināt skenēšanas zonu, ja tam nav noteikta pamatojuma. Skenēšanas zonas apjoms ir atkarīgs no operācijā izmantojamajiem instrumentiem, tādēļ radiologs izmeklējumā iekļaujamo apgabalu nosaka, apspriežoties ar ķirurgu. Skenēšanas zonā jābūt iekļautiem arī veselo skriemeļu lociņiem un skriemeļiem jābūt identificējamiem pēc to nosaukumiem. Ja, plānojot operāciju DT attēlus izmanto 3D plastisko modeļu veidošanā, izejas dati ir jā saglabā un jānosūta uz 3D modeļa veidošanas iekārtu/printeri.

**Atsauces:**

1. European Guidelines on DRLs for Paediatric Imaging, PiDRL Guidelines, Final complete draft, 8 March 2016 ([http://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2014/02/European-Guidelines-on-DRLs-for-Paediatric-Imaging\\_Revised\\_18-July-2016\\_clean.pdf](http://www.eurosafeimaging.org/wp/wp-content/uploads/2014/02/European-Guidelines-on-DRLs-for-Paediatric-Imaging_Revised_18-July-2016_clean.pdf))
2. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103
3. Communicating radiation risks in paediatric imaging. Information to support healthcare discussions about benefit and risk. World Health Organization 2016
4. Starptautiskās atomenerģijas aģentūras tīmekļa vietne “Radiation Protection of Patients” (RPOP) <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/index.htm>
5. Guidelines for paediatric CT examinations. Advice From STUK 2012
6. NICE CT algorithms