

EFSUMB (Eiropas ultrasonogrāfijas medicīnā un bioloģijā biedrību federācija) vadlīnijas un rekomendācijas ultrasonogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu (CEUS) klīniskajam pielietojumam: vadlīniju atjauninājums ne-hepatisko struktūru izmeklēšanai (2011.)

Šis dokumenta oriģināls, ieskaitot literatūras sarakstu, ir uzrakstīts angļu valodā un to var atrast interneta vietnē <https://www.thieme-connect.de/ejournals/kooperation/172/1322222335198.pdf>

1. Ievads

Pirmie pētījumi par ultrasonogrāfijā izmantojamām kontrastvielām ar kontrastspecifiskām attēldiagnostikas metodēm tika publicēti šā gadsimta sākumā, par ultrasonogrāfijas kontrastvielu izmantojot Levovist®. Dažus gadus vēlāk, ar sēra heksafluorīda (SonoVue®, Bracco, Milāna) ieviešanu Eiropas tirgū tika uzsākta reālā laika zema mehāniskā indeksa (MI) ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu. 2004.gadā Eiropas ultrasonogrāfijas medicīnā un bioloģijā biedrību federācija (EFSUMB) publicēja pirmās ultrasonogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu vadlīnijas. Šis dokuments, kas vērta uzmanību galvenokārt uz aknu izmeklēšanu, sekmēja strauju ultrasonogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu attīstību un tajā tika ieviests saīsinājums CEUS (Contrast Enhanced Ultrasound). CEUS tika uzskatīta par revolucionāru ultrasonogrāfijas metodi un turpmāko gadu laikā līdztekus pielietojumam aknu izmeklēšanā tika attīstītas neskaitāmas jaunas kontrastvielas izmantošanas iespējas. Tāpēc EFSUMB 2008. gadā publicētajā CEUS izmantošanas klīnisko rekomendāciju atjauninājumā tika aprakstīta metodes izmantošana arī citos orgānos. Kopš tā laika interese par CEUS klīnisko pielietojumu ir vairākkārtīgi pieaugusi un ir veikta jaunu virzienu izpēte, CEUS pētījumos iekļaujot gandrīz visas orgānu sistēmas. Vairāk kā puse no aptuveni 900 CEUS oriģinālajiem pētnieciskajiem rakstiem (iekļaujot ievadrakstus un vēstules) Pubmed, 2010.gada beigās ievadot meklētājā “contrast – enhanced ultrasound” (“ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu”), tikuši publicēti pēc 2008.gada – pēc pēdējā EFSUMB vadlīniju atjauninājuma. Tāpēc 2010.gadā EFSUMB tika nolemts gatavot jaunu vadlīniju atjauninājumu. CEUS lietošanas straujās attīstības gaismā tika uzskatīts, ka CEUS pielietojuma aknu izmeklēšanā vadlīniju atjauninājums būtu noderīgs klīniskajai sabiedrībai, ja tas tiks apstiprināts lietošanai visā pasaulē. Tādēļ tika panākta vienošanās ar Pasaules ultrasonogrāfijas medicīnā un bioloģijā biedrību federāciju (WFUMB) kopā ar EFSUMB uz iegūtās pieredzes un agrāk publicētā dokumenta bāzes izstrādāt

vadlīnijas tieši aknu izmeklēšanai.[4]. Tās tiks izdotas kā vienlaicīgas dubultas publikācijas žurnālos “Ultraschall in der Medizin/European Journal of Ultrasound” un “Ultrasound in Medicine and Biology”. Tai pat laikā EFSUMB izpilddirekcija nolēma, ka rīcības komitejas vadībā varētu tikt izstrādāt dokuments, kas veltīts kontrastvielas ultrasonogrāfijas pielietojumam ne-hepatisku struktūru izmeklēšanai. Šī komiteja izvēlējās autoru speciālistu grupu, pamatojoties uz datiem par publikācijām dažādās interešu jomās un viņu kā starptautisku CEUS izpētes un apmācības ekspertu reputāciju. Diemžēl šajā līdzautoru sarakstā varēja iekļaut tikai ierobežotu personu skaits un mēs apliecinām, ka daudzi citi augsti kvalificēti CEUS lietotāji ir aktīvi visā Eiropā un ir publicējuši vērtīgus zinātniskus rakstus par dažādām CEUS tēmām. EFSUMB ir žēl, ka darba grupā nebija iespējams iekļaut visus šīs jomas profesionāļus.

Šīs ultrasonogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu klīniskās rekomendācijas balstās uz visaptverošu literatūras apskatu, iekļaujot rezultātus, kas iegūti prospektīvos klīniskajos pētījumos. Jautājumos, kur netika atrasti vai bija ļoti maz pieejamu nozīmīgu pētījumu datu, pierādījumi tika iegūti no ekspertu komitejas ziņojumiem vai pamatoti ar konferencē Frankfurtē 2011. gadā paustajiem ekspertu viedokļiem.

Tāpat kā iepriekšējos izdevumos, arī šīs rekomendācijas sniedz vispārējus ieteikumus CEUS lietošanai. To mērķis ir izveidot standartizētus protokolus ultrasonogrāfijas kontrastizmeklējuma veikšanai un pielietošanai, kā arī uzlabot pacientu aprūpi. Katrā individuālajā gadījumā ir jārīkojas, balstoties uz visiem pieejamajiem klīniskajiem datiem par šo konkrēto pacientu.

Daži aspekti jāizceļ īpaši. Daudzas šajā rakstā aprakstītās lietošanas iespējas ir nereglamentētas lietošanai. CEUS metodes, kas reģistrētas Eiropā, ir licenzētas tikai kardiālai lietošanai vai (SonoVue® gadījumā) izmantošanai aknu, krūts dziedzeru un asinsvadu izmeklēšanā. Levovist® ir reģistrēts lietošanai arī urīnpūšļa un urīnizvadkanāla izmeklējumiem, bet praktiski vairs nav atrodams tirgū un tiek uzskatīts, ka vairs nebūs pieejams. Pašreizējās juridiskās prasības farmakoloģiskajiem produktiem Eiropā ir stingras. Lai reģistrētu jaunu indikāciju, ražotājam jānodrošina dati par drošību un efektivitāti ar III fāzes pētījumiem, kas veikti speciāli, lai iegūtu reģistrācijas atļauju. Diagnostiskie preparāti, tostarp arī kontrastvielas mikrolodītes, nav šī likuma, kas pieņemts, lai aizsargātu pacientus no medikamentu vai diagnostisko preparātu nepareizas lietošanas, izņēmums, tomēr noteiktos gadījumos

var ierobežot iespējamo ieguvumu pacientiem. Reālajā dzīvē, nosakot izmeklējumu indikācijas, tiek ņemtas vērā ne vien klīniskās un zinātniskās vajadzības, bet arī ražotāja finansiālās ieceres. Tāpat arī atsevišķiem produktiem paredzētie ienākumi no papildu indikāciju reģistrācijas ir zemāki nekā reģistrācijai nepieciešamo pētījumu izmaksas, tāpēc jaunas indikācijas, īpaši noteiktiem orgāniem, visticamāk, netiks iesniegtas. Tomēr reģistrācijas trūkums nenozīmē, ka tirgū pieejamais preparāts ir neefektīvs. To apgalvojot, jāatceras, ka CEUS metode nav reģistrēta lietošanai vairākām ne-hepatiskām indikācijām, kas izklāstītas esošajās rekomendācijās. Tas nozīmē, kas pacientus ir jāinformē un jāpanāk viņu piekrišana izmeklēšanai, un tā ir operatora atbildība. Patiešām, ne-hepatiska CEUS bieži tiek veikta pēc pieprasījuma, lai noskaidrotu specifiskus jautājumus, kas radušies, aprūpējot konkrētu pacientu. Tas izskaidro un attaisno, kāpēc ir tik sarežģīti uzrakstīt noteiktas vadlīnijas un rekomendācijas CEUS lietošanai ekstrahepatisko struktūru izmeklēšanai.

Salīdzinājumā ar datortomogrāfiju (DT) un magnētisko rezonansi (MR), CEUS ir vairākas priekšrocības. To var izdarīt nekavējoties, iepriekš neveicot laboratorijas izmeklējumus, tā var tikt veikta dažādās vietās (pie pacienta gultas, operāciju zālē, DT telpās u.c.) Svarīgi, ka metode tiek veikta reālajā laikā, kas dod iespēju konstatēt straujas izmaiņas.

Kāda ir šī dokumenta loma? Pirmkārt, tas pacientiem un klīnicistiem izskaidro izmeklējuma gaitu, jo lielākajā daļā gadījumu šajā rakstā skaidri aprakstītas tā priekšrocības. Otrkārt, tas informē par ļoti retiem un ierobežotiem riska faktoriem, kam pakļauti pacienti CEUS izmeklēšanas laikā. Šie divi aspekti kopā atvieglo riska/ieguvuma attiecību skaidrojumu konkrētajam izmeklējumam, kam jālūdz pacienta piekrišana. Viens no piemēriem ir CEUS pielietojums pediatrijā, kur EFSUMB pārstāvji jau pauduši līdzīgu viedokli [5].

Visbeidzot, pamatojoties uz literatūras datiem un ekspertu viedokļiem, visām indikācijām tika mēģināts nodrošināt rekomendāciju līmeni. Šīs tēmas atspoguļošanai tika izmantotas britu vadlīnijas, kas atrodamas http://www.essentialevidenceplus.com/product/ebm_loe.cfm?show=guidelines, (apskatītas 2011.gada martā), kur pēc nelielas pielāgošanas tika iekļauti vēl plašāki Oksfordas „Uz pierādījumiem balstītās medicīnas centra” (Centre for Evidence Based Medicine in Oxford) kritēriji (1.tabula):

A: labi uz pētījumiem balstīti pierādījumi, kas pamato rekomendāciju,

B: mēreni uz pētījumiem balstīti pierādījumi, kas pamato rekomendāciju,

C: rekomendācijas pamatojas uz ekspertu viedokli un speciālistu grupas vienprātību,

X: ir pierādījumi, ka procedūra ir bīstama,

0: 0 līmenis atbilst situācijām, kur informācijas apjoms nav pietiekams, lai izveidotu rekomendāciju.

Bez rekomendāciju līmeņiem (A,B,C, X vai 0), tika aprakstīts rekomendāciju stiprums, balstoties uz augstākās kvalitātes pētījumu, kas apstiprina rekomendāciju saskaņā ar 1.tabulā sniegto klasifikāciju.

1. tabula. EFSUMB kritēriji pierādījumu līmeņa novērtēšanai ne-hepatisko struktūru CEUS; pielāgoti no „Uz pierādījumiem balstītās medicīnas centra” (Centre for Evidence Based Medicine in Oxford) (http://www.essentialevidenceplus.com/product/ebm_loe.cfm?show=oxford).

Kvalitātes līmenis	Pierādījumu veids (adaptēts no uz pierādījumiem balstītas medicīnas centra Oksfordā modalitātes)	
1a:	Sistēmisks 1b līmeņa pētījumu apskats	
1b	Prospektīvs, neatkarīgs, aklināts atbilstošu secīgu pacientu spektra/skaita salīdzinājums (viens no otra nošķirti lasītāji), no kuriem visiem veikts diagnostiskais tests un references standarts	
2a	Sistemātisks 2b un 4 līmeņu pētījumu apskats	
2b	Pētījumi, kas veikti grupai ne-secīgu pacientu vai aprobežojas ar pacientu šauru spektru/skaitu, no kuriem visiem veikts diagnostiskais tests un references standarts	
3	Sistemātisks klīnisko gadījumu apskats (bez intra-individuāla salīdzinājuma)	
4	References standarts nebija derīgs (neobjektīvs, aklinājuma vai objektivitātes trūkums) vai pētījums tika veikts nepiemērotam spektram/skaitam pacientu	
5	Ekspertu viedoklis	
Šī skala arī tiek iekļauta kopīgā rekomendāciju nozīmīguma vērtējumā, izmantojot šīs pakāpes		
A	Rekomendācijas pamatotas ar labiem pierādījumiem	Vismaz viens multicentrisks 1. vai 2. līmeņa pētījums vai ≥ 3 viena centra 1. un 2.līmeņa pētījumi
B	Rekomendācijas pamatotas ar vidējiem pierādījumiem	Viens no sekojošajiem kritērijiem: < 3 viena centra 1. un 2. līmeņa pētījumi; viens 3. līmeņa pētījums (sistemātisks apskats), 1 multicentrisks 4. Līmeņa pētījums; ≥ 3 viena centra 4. līmeņa pētījums
C	Rekomendācijas pamatotas ar ekspertu viedokli	Ekspertu kopīgs viedoklis, kas netiek pamatots ar pietiekamiem A vai B līmeņa pierādījumiem
0	Nav indikāciju	
X	kontrindikācija	

2. Vispārēji norādījumi

Jebkurš CEUS izmeklējums jāveic, rūpīgi izvērtējot izmeklējamā pacienta konvencionālo B režīma attēlu un nepieciešamības gadījumā - arī doplerogrāfiju (spektra un/vai krāsas/enerģijas). Pirms CEUS izmeklējuma jāizskata visa būtiskā klīniskā informācija, kas būtu noderīga klīniskās diagnozes uzstādīšanai, iekļaujot laboratorijas pārbaudes un iepriekš veikto attēldiagnostikas izmeklējumu rezultātus. Tas arī palīdz izskaidrot pacientam sagaidāmo ieguvumu no CEUS izmeklējuma, kas ir būtiski, lai iegūtu pacienta piekrišanu.

Šobrīd Eiropas Medicīnas aģentūrā ir apstiprinātas četras transpulmonāras CEUS pielietojuma iespējas Eiropas valstīs; produkti un indikācijas citās valstīs var atšķirties:

- * Levovist® (gaiss ar galaktozes apvalku un palmitīnskābi kā surfaktantu) (Bayer-Shering Pharma AG, ieviests 1996.gadā). Levovist ražošana ir pārtraukta un tā lietošana šajās rekomendācijās nav aprakstīta.;
- * Luminity® (perflutrēns) (oktafluoropropāns ar fosfolipīdu apvalku) (Latheus Medical Imaging, reģistrēts kā korporācija, ieviests 2006.gadā). Vienīgā indikācija Eiropā šobrīd ir kardioloģija, kas nav iekļauta šo rekomendāciju redzeslokā;
- * Optison® (oktafluoropropāns – perflutrēns ar albumīna apvalku) (GE Healthcare Inc., ieviests 1998. gadā). Vienīgā indikācija Eiropā šobrīd ir kardioloģija, kas nav iekļauta šo rekomendāciju redzeslokā;
- * (Bracco Spa, ieviests 2001.gadā). Reģistrētās indikācijas Eiropā ir pie sirds, lielo asinsvadu, aknu un krūts dziedzeru patoloģijām. Šis ir galvenais preparāts vispārīgai lietošanai.

Šo preparātu sastāvs, iepakojums, uzglabāšana, indikācijas un kontrindikācijas norādīti attiecīgajās ražotāju interneta vietnēs, kuru adreses var atrast, sekojot informācijai 1. pielikumā.

Citas ultrasonogrāfijas kontrastvielas ir apstiprinātas lietošanai ārpus Eiropas un šobrīd vairākas citas tiek pētītas.

Kontrastvielu devas un datu uzglabāšana. SonoVue®, uz ko koncentrējas šis dokuments un kas ir gandrīz visās citētajās publikācijās izmantotā ultrasonogrāfijas kontrastviela, ieteicamā deva ir 2,4 ml. To var palielināt līdz 4,8 ml vai samazināt līdz

1,0 ml vai vairāk atkarībā no iekārtas jutības, zondes veida un izmeklējamā orgāna. Lietojot augstfrekvences zondes, efektīvāka ir deva 4,8 ml.

Dokumentēšanai un pārbaudei nepieciešams ierakstīt reālā laika videoklipu, ieteicams digitālā formātā. Vislabāk ir, ja klipā iekļauts viss izmeklējums vai vismaz tā svarīgākie elementi, parasti attiecīgi pirmās 10-40 sekundes, uzsākot izmeklējumu, un papildus - īsāki klipī, kas uzņemti 2.- 3. minūtē. Beidzot izmeklējumu, jāveic visu video (ieteicams) vai vismaz vairāku izvēlēto videoklipu arhivēšana.

3. Aprīkojums

Kontrastspezifiskie ultrasonogrāfijas režīmiem ir nepieciešams, un to darbība balstās uz lineāru ultrasonogrāfijas signālu atcelšanu un/vai atfiltrēšanu no audiem un mikrolodīšu nelineārā signāla izmantošanu attēlveidošanā. Mikrolodīšu nelineārais signāls rodas 2 dažādu mehānismu rezultātā:

- * nelineārais signāls no mikrolodīšu svārstībām pie zema akustiskā spiediena, kas izvēlēts, lai samazinātu mikrolodīšu sabrukšanu,
- * augstas enerģijas platjoslas nelineārais signāls, kas rodas, mikrolodītēm sabrūkot.

Nelineāri harmoniskie ultraskaņas signāli rodas arī no pašiem audiem skaņas viļņa kropļojumu rezultātā, šim vilnim izplatoties cauri audiem. Audu harmoniskā atstarotā signāla apjoms palielinās, pieaugot akustiskajam spiedienam, kas ir proporcionāls mehāniskajam indeksam (MI). Precīza akustiskā spiediena mērvienība ir paskāls, bet visbiežāk sastopamā atskaites vienība ir mehāniskais indekss (MI). Lodīšu sabrukšanas samazināšana ir galvenais zema MI pielietošanas iemesls reālā laika attēl diagnostikā, tas samazina arī audu harmoniju un artefaktus, tādējādi atvieglojot no audiem un no ultrasonogrāfijas kontrastvielas lodītēm atstaroto signālu atfiltrēšanu. Zems MI tipiski ir mazāks par 0,3, bet lielākā daļa iekārtu labi darbojas arī pie daudz zemāka MI (plašāku informāciju skatiet ražotāja rekomendācijās vai vērsieties pie kompāniju pārstāvjiem). Izstrādājot šo dokumentu, CEUS tika definēts kā zema MI reālā laika kontrasta specifiska attēl diagnostikas metode, ja nav norādīts citādi. Šī definīcija ir saskaņā ar lielāko daļu literatūrā izmantoto terminoloģiju.

Tehniskie dati par ultrasonogrāfijas aprīkojumu, kas piemērots CEUS attēl diagnostikai, ir pieejami attiecīgajās interneta vietnēs, kuru adreses atrodamas 1. pielikumā. Šīs informācijas atjaunināšana ir kompāniju pienākums.

EFSUMB nevar izteikt viedokli par noteiktu zonžu vai skeneru kvalitātes novērtējumu. Tomēr jāpatur prātā šādas pazīmes, jo tās raksturo CEUS aprīkojuma kvalitāti:

Jutība atspoguļo sistēmas spēju noteikt īpaši mazu mikrolodišu daudzumu. Laba jutība palielina izmantojamā kontrastējuma ilgumu. Lietojot augstfrekvenču zondes, lai panāktu pietiekamu kontrastējuma līmeni, var būt nepieciešamas augstākas ultrasonogrāfijas kontrastvielas devas, jo šīs frekvences ir augstākas nekā pašreiz pieejamo ultrasonogrāfijas kontrastvielu rezonēšanas frekvences. Spēja attēlot mazas atšķirības lokālā kontrastējuma koncentrācijā ir atkarīga no jutības. Tā atspoguļo kontrastējuma dinamisko diapazonu.

Audu signāla nospiešana ir obligāta, lai atšķirtu kontrastvielas izraisītu signāla pastiprinājumu no atstarotā audu signāla. Intensīvi atstarojošas struktūras, piemēram, asinsvadu sienīņas, vēdera siena un ar gāzi pildītas struktūras, var atstarot tik spēcīgu signālu, ka tas parādās CEUS ekrāna daļā.

Izšķirtspēja. Līdzīgi kā B režīmā, arī CEUS attēldiagnostikā ir nozīmīga temporālā un telpiskā izšķirtspēja. Temporālo izšķirtspēju nosaka kadru nomaiņas ātrums pie dotā līniju biezuma, dziļuma un platuma. Augsts kadru nomaiņas ātrums ļauj vizualizēt plūsmas virzienu artērijās, tas var arī izraisīt ātrāku lodīšu sagrūšanu akustiskajā laukā. Telpiskā izšķirtspēja galvenokārt attiecas uz spēju iespējami detalizēti attēlot no lodītēm atstarotos signālus, bez tam attēlam jābūt pilnīgi homogēnam.

Tāpat kā citām attēldiagnostikas metodēm, arī CEUS iespējami artefakti, kurus izraisa galvenokārt nepareizi iekārtas iestatījumi un nepareizi izvēlēta ultrasonogrāfijas kontrastvielas deva. MI ir vissvarīgākais parametrs sekmīgam CEUS izmeklējumam un pastiprinājums ir otrs. Zināšanas par artefaktiem, to atpazīšanu un novēršanu nodrošina atbilstoša apmācība.

4. Izmeklējuma veicēja apmācība

Pareizas diagnozes priekšnoteikums, izmeklēšanā izmantojot ultrasonogrāfiju un, jo īpaši CEUS, ir kompetence, kas iegūta atbilstošas apmācības rezultātā. EFSUMB ir noteikusi trīs minimālos apmācības līmeņus [11] (EFSUMB pielikums 14) [12] un iesaka CEUS veikt operatoriem, kuru kompetence novērtēta augstāks par 1 līmeni. Lai nodrošinātu atbilstošu apmācību, 2009. gadā EFSUMB uzsākusi jaunu

iniciatīvu, organizējot CEUS veltītus Euroson School pasākumus [13]. EFSUMB iesaka jaunam speciālistam, uzsākot CEUS izmeklējumu veikšanu, kādu laiku pavadīt eksperta uzraudzībā, dodot priekšroku 3. līmeņa speciālistam. Ir svarīgi, lai šajā nodaļā tiktu nodrošināts pietiekams izmeklējumu daudzums un to dažādība. Izmeklējuma veicējiem nepieciešams arī konsultēties ar ražotājiem, lai nodrošinātu ultrasonogrāfijas iekārtas pielāgošanu CEUS izmeklējumiem. Veicot CEUS, ir nepieciešamas zināšanas par ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanu un kontraindikācijām, kā arī spēju ārstēt blakusparādības savas valsts medicīniskās likumdošanas ietvaros.

5. Terminoloģija

Sākotnēji ultrasonogrāfijas kontrastvielas tika izstrādātas, lai uzlabotu ultraskaņas doplerogrāfijas iespējas, un šādam mērķim var izmantot jebkuru doplerogrāfijas iekārtu. Konvencionālā ultrasonogrāfija darbojas ar augstāku akustisko jaudu nekā reālā laika kontrastspecifiskie režīmi. Sekojoša mikrolodīšu sagrūšana parādās pie augstas jaudas un kontrastvielas uzkrāšanās pēc bolus injekcijas ir īslaicīga (pāris minūtes). Turklāt kontrastvielas bolus injekcija bieži rada sākotnēju attēla izsmērēšanās efektu (proporcionāli ievadītajai kontrastvielai), tāpēc rekomendē izmantot mazāku nepārtrauktas infūzijas apjomu (1-2 ml/min). Tā kā CEUS spēj nodrošināt precīzāku un pieejamāku informāciju, šai tehnikai mūsdienās ir vairākas izmantošanas iespējas. CEUS laikā ekrānā ir jābūt redzamiem tikai atsevišķiem signāliem no intensīvi atstarojošām struktūrām, piemēram, signāliem, ko rada lielā akustiskās pretestības starpība uz robežas starp plaušām un diafragmu (audu signāla nospiešanas programmas pārslodze). Tas attiecas kā uz kontrastrežīma attēlojumu tikai vienā ekrānā, tā dalītā ekrāna attēlojumu, kur CEUS attēls tiek parādīts blakus zema MI konvencionālā B režīma attēlam. Dažām iekārtām ir viena paneļa jaukts režīms. Šajos gadījumos fonā redzams konvencionālais B režīma attēls, bet CEUS attēls citā krāsā redzams tam priekšā, iespējams ar papildu krāsu doplerogrāfijas rezultātiem.

Izmeklēto audu vai patoloģiju aprakstā jāraksturo kontrastvielas uzkrāšanās, ņemot vērā tās pārejošo dabu, kontrastēšanās intensitāti līmeni un kontrastvielas izkliedēšanos.

1. Attiecībā uz kontrastvielas uzkrāšanās **dinamiku** laikā, lielākajai daļai orgānu izšķir 2 fāzes:

a) arteriālā fāze, kas sākas ar kontrastējuma parādīšanos (parasti 10.-20. sekundē) un ilgst aptuveni līdz 30.-45. sekunde, kuras laikā kontrastvielas uzkrāšanās līmenis pakāpeniski palielinās;

b) venozā fāze, kas sākas aptuveni 30.-45. sekundē pēc kontrastvielas ievadīšanas, kuras laikā kontrastvielas uzkrāšanās līmenis nemainās un tad pakāpeniski samazinās, līdz mikrolodīšu signāli pilnīgi izzuduši vai samazinājušies līdz trokšņa līmenim.

Lielākajai daļai orgānu ir tikai viens asinsapgādes avots ar vienu vienīgu vaskularizācijas fāzi - arteriālo, izņemot aknas, kuras apgādā tās artērija un portālā vēna, kas nodrošina divas vaskularizācijas fāzes - arteriālo un portovenozo, un plaušas, ko apgādā pulmonārās un bronhiālās artērijas ar dažādiem vaskularizācijas laikiem. Aknas un liesa atšķiras no citiem orgāniem arī ar to, ka tās saglabā mikrolodītes ilgāk nekā citi orgāni, iespējams tāpēc, ka mikrolodītes iestrēgst to īpašajās mikrovaskulārajās sistēmās arī pēc tam, kad tās ir izvadītas no makrovaskulārās sistēmas. Tā rezultātā izskalošanās fāze lielākajā daļā orgānu ir īsāka nekā aknās un liesā, kuru ieilgušī aizture tiek saukta par vēlīno fāzi. Nav precīzi definējamas epizodes, kas ļauj atšķirt arteriālo no venozās un no vēlīnās fāzes.

Kontrastvielas ieplūšanas laiks parasti ir 10-20 sekundes pēc intravenozās injekcijas, taču to var paildzināt tādi faktori kā lēna mikrolodīšu injekcija mazās perifērās vēnās vai kardioloģiskas slimības, turpretim intrakardiāla vai pulmonāra šunta esamība vai hiperdinamiska cirkulācija var to saīsināt.

2. Ir grūti novērtēt kontrastvielas uzkrāšanās **pakāpi**, izņemot gadījumus, kad mērījumi ir veikti, izmantojot iebūvēto vai pēcapstrādes programmatūru, piemēram, novērtējot audzēja reakciju uz antiangiogēneses terapiju [14]. Kopumā, ja izmeklēšanas mērķis ir izvērtēt fokālu apgabalu parenhimatozā orgānā, kontrastvielas uzkrāšanās līmenis jāsalīdzina ar apkārtējo parenhīmu vai, ja iespējams, pāra orgānu. Izmantotā zona var būt ar relatīvi pastiprinātu, normālu, samazinātu kontrastējumu vai bez kontrastvielas krāšanās un tas arteriālajai un venozajai fāzei jāapraksta atsevišķi. Pāreja no pastiprinātas vai izoehogēnas kontrastvielas krāšanas uz samazinātu parasti tiek saukta par "izskalošanos". EFSUMB rekomendē CEUS slēdzienus balstīt uz kontrastvielas krāšanas pakāpi. Izvērtējot struktūras, kam nav fona audu, lai aprakstītu kontrastvielas relatīvo krāšanās pakāpi (pie lielo asinsvadu un dobumu izmeklēšanas

vai gadījumos, kad veidojums aizņem visu orgānu, u.c.), ir svarīgi aprakstīt kontrastvielas krāšanos vai nekrāšanos un tās izplatīšanos (piemēram, septu esamību kompleksā cistiskā veidojumā vai šķidrumsaturošā struktūrā, vai asins plūsmu, kur tās esamība ir neraksturīga, piemēram, ārpus orgāna), turpretī kontrastvielas krāšanās pakāpi ir daudz grūtāk novērtēt.

3. Kontrastvielas **izkliede**. Ja redzama pastiprināta kontrastēšanās, jāapraksta arī tās izkliede. Svarīgie jēdzieni nav iepriekš noteikti un tos jāizvēlas ar mērķi raksturot audus un noteikt pareizo diagnozi. Jāapraksta kontrastvielas homogēna vai nehomogēna uzkrāšanās vai, sliktākajā gadījumā, atrastie rajoni bez perfūzijas. Tālāka kontrastvielas krāšanās raksturošana paliek speciālista kompetencē, vadoties pēc rekomendācijām katram orgānam atsevišķi. Vispārīgos jēdzienos zonas, kurā nevēro perfūziju (ar iespējamu nekrozi vai šķidrumsaturošu) attēlojums CEUS ir svarīgs pirmsbiopsijas ultrasonogrāfijas kontrolē, lai labāk identificētu mērķa struktūras.

6. Drošība

Ultrasonogrāfijas kontrastvielas tiek uzskatītas par ļoti drošām ar zemu blakusefektu sastopamību. Tās nav nefrotoksiskas un neietekmē vairogdziedzera darbību, tāpēc laboratorijas izmeklējumi pirms kontrastvielas ievadīšanas nav nepieciešami. Anafilakses un smagu paaugstinātas jutības reakciju sastopamība ir zemāka nekā pie šobrīd esošajiem radioloģiskajos izmeklējumos lietotajām kontrastvielām un ir salīdzināmi ar risku magnētiskās rezonanse procedūrās. Ultrasonogrāfijas kontrastvielas nav licenzētas lietošanai grūtniecēm. Dažās valstīs krūts barošanas laikā kontrastvielas ievade ir kontrindicēta. Dzīvību apdraudošas anafilaktiskas reakcijas ir aprakstītas mazāk kā 0,002 % gadījumu [15, 16]. Iepriekšējās anafilaktiskas/alergiskas reakcijas pēc jodu saturošas kontrastvielas ievades nav indikācija steroīdu vai antihistamīna preparātu lietošanai pirms ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanas, jo šīs kontrastvielas ir ļoti atšķirīgas.

Ir teorētiska iespējamība diagnostiskas ultrasonogrāfijas un ultrasonogrāfijas kontrastvielas mijiedarbībai izraisīt bioloģiskus efektus. *In vitro* novērotie šūnu efekti ir sonoporācija, hemolīze un šūnu nāve. Lai gan šie ir *in vitro* novērojumi, līdzīgi efekti var attiekties arī uz *in vivo*, jo tie veidojas šūnu un gāzu lodīšu savstarpējās mijiedarbības rezultātā. Eksperimentos ar dzīvniekiem iegūtie dati liecina, ka glomerulu kapilāru hemorāģijas un citi mikrovaskulāri plīsumi parādās pie augsta mehāniskā indeksa, kad mikrolodītes tiek pakļautas ultraskaņas viļņu iedarbībai [16].

Noteiktās situācijās tas var izraisīt problēmas tur, kur asinsvadu bojājums ir klīniski nozīmīgs, kā, piemēram, acī vai smadzenēs. Šis ne-termiskais bioloģiskais efekts ir sastopams visos režīmos, ieskaitot konvencionālo 2D attēldiagnostiku un 3D metodes. Mehāniskais indekss kalpo par noderīgu, bet ļoti aptuvenu potenciālo ne-termisko efektu indikatoru, kas redzams ekrānā. *In vivo* eksperimentos ar zīdītāju audu modeļiem, kur pētīta diagnostiskās ultrasonogrāfijas ietekme, izmaiņas tika konstatētas, mehāniskajam indeksam pārsniedzot ~0,4 un pielietojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu. Turklāt, pie augsta mehāniskā indeksa, ehokardiogrāfijā lietojot beigu sistolisko sinhronizācijas signālu, tika aprakstītas arī priekšlaicīgas kambaru kontrakcijas [17, 18].

Lietotājiem jāspēj līdzsvarot potenciālo klīnisko ieguvumu no ultrasonogrāfijas kontrastvielas lietošanas un teorētisko nelabvēlīgo bioloģisko efektu iespējamību cilvēkiem.

Dažas vispārīgās rekomendācijas:

- * jābūt pieejamām reanimācijas iespējām,
- * jāievēro īpaša piesardzība, nereglamentētas ultraskaņas kontrastvielu lietošanas audos, kur sīko asinsvadu bojājums var izraisīt nopietnas klīniskas sekas, piemēram, acīs, smadzenēs un jaundzimušajiem.
- * kā visās diagnostiskās ultrasonogrāfijas procedūrās, izmeklējuma veicējam jāatceras, ka attēlotajam MI jābūt pēc iespējas zemākam, un jācenšas izvairīties no pārāk ilga ekspozīcijas laika. Jāievēro piesardzība, izmantojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu pacientiem ar smagu koronāro artēriju slimību un pulmonālo hipertensiju. Nestabila išēmiskā sirds slimība 7 dienas pirms izmeklējuma ir relatīva kontraindikācija. Piesardzība darbā ar kardioloģiskiem pacientiem pamatojas uz īslaicīgu kazuālu, bet cēloniski nepierādītu saistību starp kontrastvielas ievadīšanu un smagi slimu kardioloģisku pacientu nāvi. Tomēr kohortas pētījumos ar lielu pacientu skaitu ultrasonogrāfijas kontrastvielas izmantošana akūtiem kardioloģiskiem pacientiem parādījusi samazinātu, nevis palielinātu nāves risku, metodes efektivitātes dēļ [19, 20].

7. Pediatrija

Pašreizējā CEUS lietošana pediatrikajā izmeklēšanā Eiropā ir īpatnēja. Klīniskai nekardioloģiskai lietošanai ir reģistrētas divas ultrasonogrāfijas kontrastvielas - Levovist® un SonoVue®. Tomēr lietošanai bērniem un pusaudžiem ir apstiprināts tikai Levovist®, turklāt tas indicēts tikai vezikoureterālā refluksa izmeklēšanai. Tajā pat laikā Levovist® ražošana ir pārtraukta un tas vairs nav pieejams. Šai indikācijai SonoVue® darbojas tikpat labi kā Levovist®, bet, kā minēts iepriekš, tā lietošana ir nereglamentēta.

CEUS lietošanai pediatrijā ir liela nozīme tās acīmredzamo priekšrocību dēļ, salīdzinot ar citām izmeklēšanas metodēm, kas lielākajā daļā gadījumu saistās ar pakļaušanu jonizējošā starojuma ietekmei un potenciāli kaitīgu kontrastvielu lietošanu. Ieguvums, ko iegūst, izvairoties no jonizējošā starojuma, bērniem un pusaudžiem ir daudz svarīgāks nekā pieaugušajiem. Šis svarīgais jautājums nesen tika uzdots vēstulē žurnāla “Ultraschall in der Medizin/European Journal of Ultrasound” redaktoram, uz kuru atbildēja EFSUMB valde [5].

Šai problēmai nav vienkārša risinājuma, jo uz medikamentu oficiālu reģistrāciju attiecas stingri noteikumi un reglaments, kas ir ieviesti pacientu drošībai un tādējādi kalpo visu, to skaitā medicīnas sabiedrību un farmaceitisko ražotņu, labā. Tomēr noteiktās situācijās stingrie noteikumi var kavēt visnoderīgāko un vienkāršāko metožu lietošanu, un CEUS ir viens no piemēriem.

8. Aizkuņģa dziedzeris

8.1 Vispārīgā informācija

CEUS nav indicēta fokālu solīdu aizkuņģa dziedzera bojājumu vai šķidrums kolekciju noteikšanai, bet var tikt izmantots, lai ultrasonogrāfiski atrastu patoloģisku fokusu raksturošanai [21–23]. CEUS lietošana uzlabo ultrasonogrāfijas diagnostisko precizitāti, izvērtējot aizkuņģa dziedzera patoloģijas.

8.2. Izmeklēšanas procedūra.

CEUS ir precīza izmeklēšanas metode intrapancreatisko asinsvadu un mikroasinsvadu vizualizācijai; un tā ir pārāka par doplerogrāfijas tehniku[24]. Kontrastvielas uzkrāšanās aizkuņģa dziedzerī sākas uzreiz pēc aortas iekontrastēšanās. Pēc šīs agrīnās arteriālās fāzes (10-30 s) seko pārejoša venozā fāze (30 līdz apm. 120 sekundes), tāpat kā tas notiek, izmeklējot ar citām dinamiskajām attēldiagnostikas metodēm [4].

Aizkuņģa dziedzera veidojumu izmeklēšanā CEUS jāizvērtē tā īpašības, kā arī to attiecības ar peripankreatiskajām artērijām un vēnām [21, 22, 25, 26]. Pēc aizkuņģa dziedzera izvērtēšanas tās paša kontrastizmeklējuma ietvaros vēlīnajā fāzē jāizvērtē arī aknas, lai atrastu iespējamās metastāzes [22].

8.3 Aizkuņģa dziedzera veidojumi

8.3.1 Attēlu izvērtēšana patoloģijas raksturošanai

Kontrastvielas uzkrāšanās veids pie fokāliem bojājumiem aizkuņģa dziedzerī parasti tiek salīdzināti ar blakus esošajiem aizkuņģa dziedzera audiem. Tāpēc redzeslaukā jāietver izmeklējamais veidojums kopā ar blakusesošo aizkuņģa dziedzera parenhīmas daļu.

8.3.2 Adenokarcinoma

Duktālas adenokarcinomas, kas ir visbiežākā primārā aizkuņģa dziedzera malignoma, tipiskā vizuālā aina ir pavājināta kontrastējuma patoloģisks fokuss visās fāzēs, jādoma, desmoplastiskās reakcijas un zemā asinsvadu blīvuma dēļ [27–29]. Šī atrade aprakstīta 90% gadījumos [23, 27, 30]. Fokusa izmērs un robežas, kā arī attiecības ar peripankreatiskajiem asinsvadiem labāk vizualizējamas ar CEUS, nekā ar konvencionālo ultrasonogrāfiju [25, 26]. CEUS spēj parādīt vaskularizācijas izmaiņas aizkuņģa dziedzera veidojumā ķīmijterapijas laikā [31, 32], padarot perspektīvas tālākas izmantošanas iespējamas klīniskajā praksē.

8.3.3 Neuroendokrīnie audzēji

Neuroendokrīnie audzēji to bagātās vaskularizācijas dēļ arteriālajā fāzē tipiski pastiprināti uzkrāj kontrastvielu pat tādos gadījumos, kad doplerogrāfijas izmeklējums bijis negatīvs [21, 33, 34]. Pie lielākiem audzējiem nekrotiskās avaskulārās zonas kontrastvielu uzkrāj neviendabīgi [33, 34].

8.3.4 Mucīnu producējoši cistiskie audzēji

CEUS uzlabo ultrasonogrāfijas diferenciāldiagnostiku starp pseidocistiskiem un cistiskiem aizkuņģa dziedzera audzējiem, precīzi atainojot septas vai “+” audus bojājuma iekšienē [22]. Mucinoza cistadenoma ir potenciāli maligns veidojums, kas var transformēties cistadenokarcinomā. Parasti ir atrodams viens apaļš makrocistisks veidojums ar saturu, neregulārām biežām sienām un iekšējiem kontrastvielu krājošiem ieslēgumiem [30, 35]. Parasti mucinoziem cistiskiem aizkuņģa dziedzera audzējiem raksturīgas vaskularizētas septas un piesienas mezgliņi [22, 35].

Intraduktāli papillāri mucinozi audzēji (IPMA) iedalās galvenā vada un sānu zaru veidos. CEUS palīdz diferencēt vaskularizētus fokusus (mezgliņi) no avaskulāriem (trombi) [36]. Magnētiskā rezonanse (MR) un endoskopiskā ultrasonogrāfija (EUS) ir izvēles attēldiagnostikas metodes šo audzēju izvērtēšanai, lai attēlotu savienojumu starp cistiskajiem veidojumiem aizkuņģa dziedzerī un aizkuņģa dziedzera vadiem [37, 38]. CEUS var izmantot arī aizdomīgu aizkuņģa dziedzera cistisku veidojumu kontrolei, ja tie labi vizualizējami ultrasonogrāfijā, lai samazinātu MR izmantošanu.

8.3.5 Seroza cistadenoma

Seroza cistadenoma ir labdabīga cistiska struktūra, parasti lobulārs mikrocistisks veidojums ar plānu un centrāli orientētu septu, kas CEUS ir vaskularizēta [22]. Ja cistas ir mazas, mikrocistiskas serozas cistadenomas var atgādināt solidu veidojumu gan konvencionālajā ultrasonogrāfijā, gan CEUS. CEUS tās pastiprināti uzkrāj kontrastvielu [38].

8.3.6 Pseudocistas

Pseudocistas parasti satur avaskulāru saturu (detrītu), izņemot tās šķērsojošus asinsvadus, ko parasto atrod agrīnās stadijās. Pseudocistas neatstaro signālu CEUS un nevienā fāzē neuzkrāj kontrastvielu pat tad, ja ultrasonogrāfijā tās ir heterogēnas [30, 35]. CEUS jutība un specifiskums pseudocistu raksturošanā ir līdz pat 100% [35].

8.4 Pankreatīts

Smaga akūta pankreatīta gadījumā CEUS var palīdzēt identificēt un iezīmēt nekrotisko audu robežas, kas neuzkrāj kontrastvielu [39]. Ja aizkuņģa dziedzera apvidus skaidri redzams ultrasonogrāfijā, CEUS var pielietot akūta pankreatīta kontrolei, kad tā stadija jau noteikta ar datortomogrāfijas palīdzību, lai samazinātu nepieciešamo datortomogrāfiju skaitu [39].

Fokālam pseudotumorozam pankreatītam un autoimūnam pankreatītam raksturīga tāda pati kontrastvielas uzkrāšanās intensitāte kā normālai aizkuņģa dziedzera parenhīmai [27].

8.5 Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

Fokālus aizkuņģa dziedzera bojājumus, kas atrasti ultrasonogrāfijas laikā, var izvērtēt ar CEUS, lai uzlabotu:

- 1) duktālu adenokarcinomu raksturošanu (rekomendācijas līmenis: A; 1b),

- 2) diferenciāldiagnostiku starp pseidocistām un cistiskiem audzējiem (rekomendācijas līmenis: A; 1b),
- 3) vaskularizētu (solīdu) un neapasiņotu (šķidrums saturošu/nekrotisku) patoloģisku fokusu diferenciāldiagnozi (rekomendācijas līmenis: A; 1b),
- 4) patoloģiski izmainīto apvidu izmēru un robežu noteikšanu, t.sk., to attiecības ar blakusesošiem asinsvadiem (rekomendācijas līmenis: B; 2b),
- 5) bojājuma veida izprašanu, spējot labāk atšķirt solīdu veidojumu no cistiska, tādējādi nodrošinot informāciju, lai pareizi izvēlētos nākamo attēldiagnostikas metodi (piemēram, MR un/vai endoskopisko ultrasonogrāfiju (cistiskiem veidojumiem) (rekomendācijas līmenis: C; 5),
- 6) diagnostiku gadījumos, kad neskaidra atrade datortomogrāfijā (solīdu aizkuņģa dziedzera fokusu vaskularizācija; diferenciāldiagnoze starp pseidocistām un cistiskiem aizkuņģa dziedzera veidojumiem, īpaši mucinoziem cistiskiem veidojumiem). (rekomendācijas līmenis: C; 5).

9. Endoskopiskā ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu (CE-EUS)

9.1. Vispārīgā informācija

Endoskopiskā ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu ir nesen ieviesta metode, kas apvieno augstas izšķirtspējas iekšējo orgānu ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu [38]. Doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu darbojas ar lielu mehānisko indeksu, tam nav nepieciešama specifiska programmatūra, un kontrastviela tiek izmantota doplersignāla pastiprināšanai [40, 41]. Zema mehāniskā indeksa CE-EUS ieviesta nesen, izmantojot tos pašus kontrastvielas specifiskos režīmus kā pie transabdominālās CEUS [42–44].

Vispirms tiek veikta endoskopiskā ultrasonogrāfija, ko var papildināt ar CE-EUS, lai raksturotu iekšējo vaskularizāciju, tādējādi diferenciējot labdabīgus veidojumus no ļaundabīgiem, uzlabojot diagnostisko un terapeitisko procedūru stadiju noteikšanu un kontroli reālajā laikā.

9.1. Izmeklēšanas procedūras

9.2.1 Augsta mehāniskā indeksa endoskopiskā ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu

Veicot endoskopisko doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu, ja iespējams, krāsu doplerogrāfijas ekrānā jāietver viss audzējs. Doplerogrāfijas frekvencei jābūt pēc iespējas augstākai un tā ir atkarīga no attāluma līdz audzējam. Ja tiek lietota virziena krāsu doplerogrāfija, doplera skalai jābūt diapazonā no 3 līdz 8 cm/s, pieņemot, ka insonācijas leņķis ir 0°, [45]. Pastiprinājumam jābūt pēc iespējas augstākam, neizraisot artefaktus. Plūsmas ātruma līmenim diapazonam (impulsu atkārtojamības frekvencei, PRF) 5-15 cm/s, ja

tiek izmantota impulse doplerogrāfija. Šī tehnika ir identiska transkutānajai ultrasonogrāfijai. Endoskopiskā doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu aizņem papildu 3-4 minūtes [46].

9.2.2. Zema mehāniskā indeksa endoskopiskā ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu

Šī metode ir tāda pati, kā aprakstīts transkutānai pielietošanai. Ir vairāki iestatījumi, kas jāpārbauda saskaņā ar ražotāju. MI, kas izmantots un aprakstīts pieejamos zinātniskajos rakstos variē [42, 43, 47] amplitūdā no 0,08 līdz 0,3.

9.3. Aizkuņģa dziedzera attēlu interpretācija

9.3.1. Adenokarcinomu diagnosticēšana

Endoskopisko doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu var izmantot, lai diferencētu aizkuņģa dziedzera audzējus - galvenokārt duktālas adenokarcinomas, kas kontrastvielu uzkrāj pavājināti, un neuroendokrīnos audzējus, kas kontrastvielu uzkrāj normāli vai pastiprināti, kā arī pseidosolīdi veidojumi, piemēram, serozas mikrocistiskas cistadenomas [21, 37, 48]. Tas var palīdzēt diferencēt duktālu adenokarcinomu no pseidotumoroza fokāla pankreatīta, jo adenokarcinomas galvenokārt satur arteriolas un praktiski nesatur vēnulas, turpretī pie fokāla pseidotumoroza pankreatīta CE endoskopiskās doplerogrāfijas laikā novēro gan arteriolas, gan vēnulas [45, 49–51]. Metode var dod papildu informāciju, novērtējot arteriolu rezistences indeksu (RI). RI ļaundabīgiem procesiem ir $>0,70$, labdabīgiem, iekaisuma izcelsmes fokusiem - $<0,70$ [52]. Līdzīgi pārējām ultrasonogrāfijas metodei, arī CE-EUS pielietojums ir ierobežots pie plašiem kalcifikācijas procesiem un sliktas kvalitātes attēla B režīmā.

Zema MI CE-CEUS šķiet efektīvāka, lai gan šobrīd pieejams mazs publikāciju apjoms [53–55]. Salīdzinājumā ar transkutāno CEUS, metodes priekšrocība ir iespēja analizēt sīko asinsvadu arhitektūru, piemēram, serozas cistadenomas gadījumā novēro centrālu barojošo artēriju [21]. Šo metodi var pielietot gadījumos, kad rupji artefakti traucē transkutānu vizualizāciju, īpaši fokālu aizkuņģa dziedzera bojājumu raksturošanai un kontrolei. Ziņojumos minēts, ka aizkuņģa dziedzera adenokarcinomas diferenciāldiagnozes precizitāte pārsniedz 85% [53, 55, 56].

9.3.2. Aizkuņģa dziedzera pseidocistu diferencēšana no cistiskiem audzējiem

Zemu MI CE-CEUS var lietot arī cistisku aizkuņģa dziedzera audzēju diferencēšanai [57], kā aprakstīts sadaļā par transkutāno US. EUS dodama priekšroka mazu cistisku bojājumu izvērtēšanā, kā arī pacientiem ar traucētu vizualizāciju transkutānajā US.

9.4. Autoimūnu pankreatītu diferenciāldiagnostika

Gan fokāls, gan difūzs autoimūns pankreatīts raksturojas ar samazinātu kontrastvielas uzkrāšanos. Zema MI CE-EUS spēj vizualizēt pastiprinātu kontrastvielas uzkrāšanos, lai diferencētu duktālu adenokarcinomu (kas pastiprināti neuzkrāj kontrastvielu) no autoimūna

pankreatīta [58], tomēr pieredze šajā jomā pagaidām ir neliela. 3D rekonstrukcijas var sniegt labāku ieskatu labākas asinsvadu vizualizācijas dēļ [58].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CE-EUS var ieteikt:

- 1) diferencēšanai starp aizkuņģa dziedzera duktālu adenokarcinomu, kas pavājināti uzkrāj kontrastvielu, un citiem aizkuņģa dziedzera bojājumiem, kam raksturīga normāla vai pastiprināta kontrastvielas uzkrāšanās. Pieredze galvenokārt balstās uz CE endoskopisko doplerogrāfiju (rekomendācijas līmenis: A; 1b),
- 2) diferencēšanai starp pseidotumorožu hronisku pankreatītu un duktālu adenokarcinomu pacientiem ar hronisku pankreatītu (rekomendācijas līmenis: A; 1b),
- 3) uzlabotai diferencēšanai starp cistiskiem audzējiem un aizkuņģa dziedzera pseidocistām (rekomendācijas līmenis: A; 1b).

10. Kuņģa - zarnu trakts

10.1 Vispārīgā informācija

Izmeklējot zarnas, ieteicams izmantot frekvences virs 7,5 MHz, lai panāktu optimālu sienīņas slāņu vizualizāciju. Kontrastvielas devām jābūt augstākām (piemēram, 2,4 – 4,8 ml SonoVue®). Laiks, kurā kontrastviela sasniedz zarnu kapilārus, jo īpaši zemgļotādas slāni, ir vidēji 10-20 sekundes pēc injekcijas, [59]. Maksimālā kontrastvielas uzkrāšanās tiek sasniegta 30.-40. sekundē un šai arteriālajai fāzei seko venozā fāze, kas ilgst no 30. līdz apm. 120. sekunde.

10.2. Izmeklēšanas procedūra.

Pirms intravenozas ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanas zarnas jāizmeklē B režīmā un doplerogrāfijā, lai konstatētu patoloģiju. Ar CEUS palīdzību iespējams noteikt atšķirības zarnu sienas sīkajos asinsvados, diferencējot veselas un patoloģiskas zarnas [60].

10.3. Iekaisīgās zarnas slimība (IZS).

10.3.1 Attēlu interpretācija un novērtēšana

CEUS ļauj noteikt zarnu sienu vaskularizāciju pacientiem ar Krona slimību [61] un šīs izmaiņas korelē ar MR atradi [62, 63]. Turklāt CEUS dod iespēju izvērtēt zarnām piegulošo audu vaskularizāciju. Laika intensitātes līknes (Time Intensity Curve TIC) analīze var palīdzēt turpmākai slimības aktivitātes noteikšanai.

10.3.2 Slimības aktivitāte

Ultrasonogrāfiju var izmantot, lai pēfītu IZS aktivitāti, kā iekaisuma izvērtēšanas kritērijus izmantojot zarnu sienīņas biezuma un doplerogrāfijas rezultātus [64–66].

Ultrasonogrāfijas kontrastvielas pievienošana uzlabo Krona slimības aktivitātes noteikšanu [67, 68]. Krona slimības gadījumā dažādu zarnu sienīņu slāņu kontrastvielas uzkrāšanās līmeni var novērtēt un noteikt kvantitatīvi, un korelācija ar klīnisko aktivitāti ir ar labu jutību un specifiskumu [69–71]. CEUS iegūtie kvantitatīvie kontrastvielas uzkrāšanās mērījumi, korelē ar endoskopisko slimības smagumu [72] un histopatoloģisko atradi [71]. Turklāt CEUS laikā redzamo zarnu sienīņu izmaiņu, novērtēšana bioloģiskās terapijas laikā (piemēram, anti-TNF preparāti) ir iespējami derīga un relatīvi lēta attēldiagnostikas metode Krona slimības aktivitātes klīniskai novērošanai [73].

10.3.2 Slimības aktivitāte

Priekšlaicīgie pētījumi liecina, ka ultrasonogrāfijas kontrastvielu lietošana galvenokārt dod iespēju efektīvi novērtēt rētainas stenozes pacientiem ar Krona slimību [74]. Pacientiem ar zarnu striktūru un sekojošu obstrukciju ir svarīgi noteikt, vai striktūras rajonā sastop akūtu iekaisumu un vai stenotiskais fragments ir fibrotisks. Lietojot CEUS, aktīva iekaisuma komponenti pastiprināti uzkrāj kontrastvielu, bet fibrotisku striktūru zonās kontrastvielas uzkrāšanās ir samazināta [75].

10.3.4 Abscesi

Ārstējot Krona slimību, abscesu diferencēšana no iekaisuma infiltrātiem ir nopietns klīnisks uzdevums. Ja būtiska izmēra zonās skartās zarnas sienā vai tās tuvumā neredz mikrolodīšu atstarotossignālus, visticamāk šie bojājumi liecina par abscesa esamību, nevis iekaisuma infiltrātiem, īpaši tad, ja blakus esošie audu uzrāda palielinātu kontrastvielas uzkrāšanos [61]. Līdzīga atrade atbilst citu slimību, piemēram, divertikulīta, ģenēzes abscesiem [76].

10.3.5 Fistula

Injicējot ultrasonogrāfijas kontrastvielu kādā no fistulas atverēm, tiek vizualizēta fistulas gaita pacientiem ar Krona slimību [77]. Pirms ievadīšanas fistulas atverēs ultrasonogrāfijas kontrastvielu var vairākkārt atšķaidīt ar sterilu fizioloģisko šķīdumu (skatīt sadaļu par lietošanu dobumos).

10.4 Ierobežojumi

Izmantojot transabdominālo ultrasonogrāfiju, ir neiespējami vizualizēt visus zarnas segmentus. Zarnu peristaltika var pasliktināt attēla kvalitāti un apgrūtināt atkārtotu kvantitatīvo mērījumu veikšanu. Lai novērtētu CEUS lomus kuņģa – zarnu trakta patoloģiju attēldiagnostikā, ir nepieciešami tālāki pētījumi [78].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS ir indicēta šādām klīniskām situācijām:

- 1) iekaisīgo zarnu slimību aktivitātes novērtēšanā (rekomendācijas līmenis: B; 1b),
- 2) diferencējot starp fibrozām un iekaisīgām striktūrām Krona slimības gadījumā (rekomendācijas līmenis: C; 4),
- 3) aizdomīgu abscesu raksturošanai (rekomendācijas līmenis: C; 4),
- 4) fistulu gaitas apstiprināšanai un kontrolei (Rekomendācijas līmenis: C; 4).

11 Liesa

11.1 Vispārīgā informācija

CEUS indikācijas liesas izmeklēšanā, izņemot traumu gadījumos, (skatīt 15.nodaļu), ir fokālu bojājumu raksturošana [79]. Solīdi liesas bojājumi ultrasonogrāfijā var būt gadījuma atrades asimptomātiskiem pacientiem. Šajos gadījumos, kā arī tad, ja tie ir atsevišķi vai nelieli un, ja konvencionālajā ultrasonogrāfijā tie ir hipoehogēni, veidojumus lielākoties uzskata par labdabīgiem. Tomēr vēža pacientiem, kad bojājumi ir multipli, hipoehogēni un attīstījušies nesen, tie ir ļaundabīgi. Diemžēl klīniskie dati un ultrasonogrāfijas atrade parasti nav pietiekama, lai nodrošinātu ticamu diferencēšanu starp labdabīgiem un ļaundabīgiem audzējiem. Liesas veidojuma aspirācijas biopsija ar adatu ir ar zināmu komplikāciju, jo īpaši peritoneālas asiņošanas risku, tāpēc vēlama neinvazīva diagnostika. CEUS var palielināt pārliecību par veidojuma labdabīgo raksturu.

11.2. Izmeklēšanas procedūra.

Īpašās liesas vaskularizācijas dēļ [80] izraisa notiek īpatnēja kontrastvielas uzkrāšanās liesā, īpaši pie sastrēguma splenomegālijas, kad dinamiskajā DT un MR vēro serpentīnveida kontrastējumu. Aptuveni 1 minūti pēc injekcijas parenhīma kļūst homogēna kontrastvielas uzkrāšanās vēlīnajā fāzē ir spēcīga un ilgstoša vairāk kā 5 minūtes [81].

11.3 Attēlu interpretācija

CEUS ir noderīga ektopisku liesas audu raksturošanai (papildliesa un postsplenektomijas splenoze) [82]. Kontrastvielas uzkrāšanās liesas vārtu limfmezglos, virsnieru veidojumos, aizkuņģa dziedzera astes daļas audzējos, metastāzēs un citos patoloģiskos fokusos ir mazāka nekā normālā liesas parenhīmā vēlīnajā fāzē. Papildliesai parasti ir tipiska lokalizācija un izskats, un tālāka izmeklēšana vajadzīga tikai atsevišķos gadījumos. CEUS redzamais kontrastvielas uzkrāšanās veids ir identisks blakus esošās liesas audiem [83] un arī intensīvāks nekā citiem orgāniem vēlīnajā fāzē.

11.3 attēlu interpretācija

Liesas infarkta gadījumā CEUS precīzi iezīmē patoloģiskā fokusa formu un plašumu - tas ir ķīļveida, ar avaskulāru zonu, kuras pamats ir subkapsulāri, bet virsotne vērsta pret

vārtiem [84]. Liesas abscess ir slikti vai pilnībā kontrastvielu nekrājošs fokuss, ko vislabāk atpazīt venozās fāzes attēlos, kur redzama kontrastvielu krājoša perifēra josla un septa. Kontrastvielas krāšanās nav redzama iekšēja šķidrums, detrita vai nekrotisku procesu gadījumos. Abscesiem agrīnās un vidējās stadijās, līdzīgi kā aknās, ir raksturīgs jaukts kontrastvielas uzkrāšanās veids [85].

Labdabīgi liesas bojājumi tipiski vai nu nekrāj kontrastvielu vai to krāj paātrināti, kam seko ilgstoša kontrastvielas uzkrāšanās vēlīnajā fāzē. Ja CEUS atrade atbilst labdabīgam liesas bojājumam, papildu datortomogrāfijas veikšanai ir maza nozīme [86]. Turpretī kontrastvielas uzkrāšanās (difūza vai perifēra) arteriālajā fāzē ar sekojošu ātru izskalošanos raksturīga ļaundabīgiem veidojumiem (metastāzēm vai limfomai) [87–90]. Tomēr ļaundabīgu un dažu labdabīgu bojājumu pazīmes daļēji sakrīt, tāpat arī citās retas liesas anomālijās vērojama izskalošanās, līdzīgi ļaundabīgiem audzējiem [90, 91].

11.4 Diferenciāldiagnoze un ierobežojumi

Pacientiem, kam raksturīgas sāpes augšējā kreisajā segmentā un konvencionālajā ultrasonogrāfijā vērojama liesas nehomogenitāte, CEUS palīdz vizualizēt liesas anomālijas [84], uzlabojot izmeklētāja pārlicību par noteikto diagnozi [92]. CEUS ir īpaši noderīga, ja infarkta zona ir slikti diferencējama ultrasonogrāfijā, kā arī tas ir sfērisks un simulē citu patoloģisku fokusu. Bez tam ar CEUS var konstatēt liesas audzēja infiltrāciju, kas konvencionālajā ultrasonogrāfijā atgādina infarktu. Liesas abscesu diferencēšana no nekrotiskiem limfomatoziem bojājumiem, joprojām ir problemātiska, jo abas patoloģijas var tikt novērotas pacientiem ar imūndeficītu. CEUS var palīdzēt gadījumos, kad ultrasonogrāfijā redzama liesas cista, kas ir slikti norobežota un/vai ar nehomogēnu saturu. Ehogēni veidojumi - gadījuma atrade ultrasonogrāfijas laikā, kas tiek izvērtēti arī CEUS, var būt hemangiomas, un pēc diagnozes uzstādīšanas turpmāk tiek vērtēti dinamikā.

11.5 Liesas audzēju diagnostika

CEUS var palīdzēt fokālu liesas bojājumu diagnostikā [79]. Veidojumi, ko neredz melnbaltās ultrasonogrāfijas laikā, var tikt konstatēti CEUS, kuras jutība, salīdzinot ar datortomogrāfiju, ir 90% un specifiskums - 100% attiecībā uz bojājumu noteikšanu limfomas pacientiem [93]. Retrospektīvā pētījumā par liesas metastāzēm, CEUS uzlaboja diagnostikas līmeni par 38% [94]. Bojājumiem, kurus atrod pacientiem ar ļaundabīgiem procesiem solidos orgānos vai asinsrades sistēmā, nepieciešams veikt datortomogrāfiju un/vai PET visam ķermenim [95], bet CEUS var būt noderīgs, kad šo izmeklējumu rezultāti ir nepārlicieši, īpaši, lai izslēgtu nopietnu bojājumu esamību, kad PET uzrāda “nespecifisku uzkrāšanos”. CEUS var izmantot arī pacientiem ar ļaundabīgiem procesiem liesā, lai izvērtētu ārstēšanas ietekmi. Ja ķīmijterapija ir veiksmīga, bojājums CEUS izmeklējuma laikā gandrīz vairs neuzkrāj kontrastvielu, kā arī nav vizualizējami intranodulārie asinsvadi vai

mikrovaskularizācija. Šīs atrades tiek novērotas agrīni, tajā pat laikā tās vizualizē arī PET. Ilgtermiņā veicot kontroli dinamikā, tiek konstatēta pakāpeniska patoloģiskā fokusa izzušana.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS var lietot:

- 1) lai raksturotu liesas parenhīmas nehomogenitāti vai konvencionālajā ultrasonogrāfijā redzētus aizdomīgus bojājumus (rekomendācijas līmenis:B;1b),
- 2) lai apstiprinātu liesas infarktu (rekomendācijas līmenis:B;2b),
- 3) lai raksturotu papildus liesas vai splenozi. (rekomendācijas līmenis:B;2b),
- 4) lai noteiktu ļaundabīgus liesas veidojumus onkoloģiskiem pacientiem, kad DT un/vai MR un PET ir kontrindicēti, kā arī, ja atrade ir neskaidra (rekomendācijas līmenis:B;1b).

12. Nieres

12.1 Vispārīgā informācija un asinsvadu anatomija

Lielākajā daļā klīnisko centru ultrasonogrāfija ir pirmā attēldiagnostikas metode pacientiem ar zināmu nieru patoloģiju vai aizdomām par tādu. Galvenie uzdevumi ir novērtēt nieru izmērus, fokālus bojājumus un savācējsistēmas obstrukciju, kā arī atrast izmaiņas asinsvados. Tomēr ultrasonogrāfija nav optimāla gadījumos, kad jāatšķir dažādi audu veidi, kā arī ir sarežģīti diferencēt ļaundabīgus no labdabīgiem procesiem. Doplerogrāfija palīdz raksturot nieru asins plūsmu, taču tās pielietojumu ierobežo ultraskaņas slāpēšanās audos, nelielā jutība ļoti lēnas asinsplūsmas gadījumā un atkarība no ultrasonogrāfijas izmeklēšanas leņķa.

12.2. Izmeklēšanas procedūra

Pēc mikroloidišu ievadīšanas nieres ātri un intensīvi uzkrāj kontrastvielu. Vispirms iekrāsojas artērija nieres kājiņā un galvenie tās zari, kam dažu sekunžu laikā seko pilnīga garozas iekontrastēšanās. Atšķirībā no doplerogrāfijas, signāli no mikroloidiem ir neatkarīgi no doplera leņķa un nieru perfūzijas attēlojums ir teicams par nieru polos. Garozas perfūzijai seko medullāra perfūzija, vispirms kontrastvielai uzkrājoties ārējā serdes daļā, kam seko pakāpeniska piramīdu pildīšanās [96]. Mikroloidišu ekskrecija urīnceļos nenotiek. Kontrastvielas koncentrācijai vispārējā cirkulācijā samazinoties, tās uzkrāšanās samazinās. Ekspertu viedoklis – kontrastvielas uzkrāšanās ir mazāk intensīva un pacientiem ar hronisku nieru slimību samazinās ātrāk.

12.3 Renāla išēmija

Neskaitāmos pētījumos ar dzīvniekiem un cilvēkiem ir pierādīta teicama nieru parenhīmas išēmijas diagnostika, kas līdzinās datortomogrāfijai ar kontrastvielas ievadīšanu (CECT – Contrast Enhanced Computed Tomography) [97] un ir pārāka par krāsu doplerogrāfiju, pie aizdomām par infarktu padarot CEUS par ieteicamo izmeklēšanas metodi. Infarkti parādās kā ķīļveida kontrastvielu nekrājošas zonas uz normālas kontrastvielas uzkrāšanās fona pārējās nieres daļās. Teicamā CEUS telpiskā izšķirtspēja ļauj pārlicinoši diferencēt nieres infarktu no kortikālas nekrozes, kas izpaužas kā kontrastvielu nekrājoši garozas rajoni ar saglabātu vārtu apasiņošanu [96, 98].

Vēl viena svarīga CEUS lietošanas indikācija pacientiem ar renālu išēmiju ir diferencēšana starp infarkta skartiem audiem bez perfūzijas un parenhīmas rajoniem ar samazinātu perfūziju. Doplerogrāfijā abas patoloģijas redzamas kā zonas ar iztrūkstošu krāsas signālu, taču tikai infarkta skartajiem rajoniem pēc mikrolodīšu ievadīšanas pilnīgi iztrūkst kontrastvielas uzkrāšanās.

12.4 Nieru artērijas stenoze

Ultrasonogrāfijas kontrastvielu var injicēt, lai uzlabotu konvencionālās doplerogrāfijas jutību nieru artēriju patoloģiju diagnostikā, to paaugstinot par aptuveni 10% [99]. Tas doplerogrāfijas spektra pierakstā ļauj pareizi pozicionēt mērījumu lauku ar mērķi veikt nieru artērijas stenozes skrīningu. Rutīnas ultrasonogrāfijas kontrastizmeklējumam nav ievērojamu priekšrocību [99].

12.5 Nieru fokālie bojājumi

12.5.1 Diferenciāldiagnoze starp cistiskiem un solīdiem veidojumiem

Metodes teicamās jutības dēļ asinsplūsmas izvērtēšana hipovaskulāros bojājumos CEUS ir jutīgāka nekā CECT [100] un to var izmantot dažos gadījumos, kad jāizšķiras starp solīdu hipovaskulāru audzēju (raksturīga kontrastvielas uzkrāšanās pat pie ļoti mazas plūsmas) un atipiskām cistiskām masām (kontrastvielas perfūziju neredz), un datortomogrāfija, kā arī krāsu doplerogrāfijas rezultāti ir nepārlicinoši

12.5.2 Diferenciāldiagnoze starp solīdiem nieru veidojumiem un pseidotumoriem

Kontrastvielas uzkrāšanās nieru audzējos atšķiras no apkārtējās parenhīmas; lielākajā daļā gadījumu atšķirība radusies starp kontrastēšanās līmeni vismaz vienā no vaskularizācijas fāzēm. Tas palīdz atšķirt audzējus no pseidotumoriem, jo pēdējiem raksturīga tāds pats kontrastvielas uzkrāšanās raksturs kā apkārtējai parenhīmai visās fāzēs [96, 101]. Solīdiem nieru audzējiem CEUS nav raksturīgs īpašs perfūzijas veids tādēļ nav iespējams atšķirt ļaundabīgus solīdus nieru veidojumus no labdabīgiem (piemēram, karcinomu no angiomiolipomas). Pieredzējušu speciālistu rokās CEUS var palīdzēt diferencēt vēža invāziju nieres vēnas sienā; metodes precizitāte salīdzināma ar CECT [102]. Ekspertu viedoklis –

arteriāla tromba asinsapgāde nierēs vēnā palīdz diferencēt nekaitīgus trombus (neuzkrāj kontrastvielu) no audzēju invāzijas (uzkrāj kontrastvielu), lai gan nepieciešami tālāki pētījumi.

12.5.3 Kompleksu cistisku nieru audzēju raksturojums

CEUS ļauj raksturot labdabīgus un ļaundabīgus nieru cistiskus veidojumus ar vismaz tikpat labu precizitāti kā CECT. Šī metode ir jutīgāka nekā DT cistisko sienu, septu un solīdo komponentu kontrastēšanās izvērtēšanā [103–106]. Tomēr DT ir un paliek galvenā metode ļaundabīgu cistisku veidojumu stadijas noteikšanai. CEUS ir labi piemērota bojājumu, kam nav nepieciešama ķirurģiska ārstēšana, kontrolei un varētu aizstāt DT, jo tai nav kontrindikāciju, tā ir plaši pieejama, turklāt pacients netiek pakļauts jonizējošā starojuma ietekmei; visi šie faktori ir ārkārtīgi svarīgi.

12.5.4 Nieru infekcijas

Atbilstoši Eiropas urologu asociācijas vadlīnijām, akūta nekomplicēta pielonefrīta diagnoze balstās uz klīnisko ainu un laboratorijas izmeklējumiem. Konvencionālā B režīma ultrasonogrāfija tiek lietota, lai izslēgtu urīnceļu obstrukciju un nierakmeņus. Papildu izmeklēšana jāapsver gadījumos, kad pacientam saglabājas febrila temperatūra 72 stundas pēc ārstēšanas uzsākšanas. Šīs rekomendācijas ir ar zemu pierādījumu līmeni un ir izveidotas, neskatoties uz labas kvalitātes klīnisko pētījumu trūkumu. Tāpēc CEUS loma, tāpat kā attēldiagnostika pati par sevi pacientiem ar nekomplicētu pielonefrītu tiek apspriesta un skaidru indikāciju tai nav, neskatoties uz CEUS nozīmi abscesu diagnostikā, kuru gadījumā tie vizualizējami kā kontrastvielu neuzkrājoši rajoni un metodi var izmantot, lai novērotu to gaitu [96].

12.6 Perkutānās ablācijas terapijas novērtējums

Perkutānās ablācijas loma nieru audzēju ārstēšanā ievērojami palielinās. Šo pacientu attēldiagnostika pirms terapijas ietver CECT un/vai CEMR un noteiktos laikos arī, dinamiskā izvērtējot ārstēšanas rezultātu. Ultrasonogrāfiju bez kontrastvielas ievadīšanas var izmantot ablācijas vadīšanai, taču tā nenodrošina pietiekamu informāciju par ablācijas terapijas iznākumu. CEUS izmantošana pacientiem ar nieru audzējiem, kam tiek veikta ablācija, paver plašākas diagnostiskās iespējas, par ko liecina aizvien vairāk pierādījumu [107]. Tas nodrošina svarīgu informāciju par patoloģijas apasiņošanu un var uzlabot tādu bojājumu vizualizāciju, kas melnbaltajā ultrasonogrāfijā ir slikti vizualizējami. Ir uzlabojusies ablācijas adatas vadīšana mērķa lokalizācijā, kā arī terapijas rezultātu novērtēšana [108, 109]. Līdzīgi kā aknām, procedūras novērtēšana jāveic 5-10 minūtes pēc ablācijas beigām, lai ļautu izkļīst karstuma rezultātā izdalītajai gāzei un pazustu ar to saistītie artefakti. Jebkāda kontrastvielas uzkrāšanās ablācijas zonā tiek uzskatīta par reziduālu audzēju. Lielāki asinsvadi, kas ieskauj ablācijas rajonu, var tikt nepareizi interpretēti kā reziduāls audzējs. Tādēļ, lai izvairītos no

nepareizas diagnozes, ir ļoti svarīga precīza pirmsablācijas izmeklējuma rezultātu salīdzināšana ar bojājuma morfoloģisko ainu, jo reziduāli audzēji atgādina nodulārus vai pusmēnesveida kontrastvielas uzkrājošus rajonus un kontrastvielas uzkrāšanas raksturam ir līdzīgam pirms terapijas novērotajam [110]. Divās nesenās klīnisko gadījumu sērijās ar 28 [111] un 66 [110] nieru audzējiem pietiekami garā novērošanas dinamikā periodā CEUS vispārējā precizitāte ārstēšanas piemērotības izvērtēšanā bija līdzīga DT/MR precizitātei.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS rekomendē veikt šādās klīniskās situācijās:

- 1) aizdomas par asinsvadu patoloģijām, t.sk., nieru infarktu un kortikālu nekrozi (rekomendācijas līmenis: A;1a),
- 2) diferenciāldiagnostikai starp solidiem veidojumiem un cistām, kas konvencionālajā ultrasonogrāfijā izskatās līdzīgi (rekomendācijas līmenis: B;2b),
- 3) diferenciāldiagnostikai starp nieru audzējiem un anatomiskām variācijām, kas atgādina nieru audzējus (pseudotumori), ja konvencionālā ultrasonogrāfija ir šaubīga (rekomendācijas līmenis: B;1b). tomēr gan CEUS, gan CT ar kontrastvielas ievadi ir ierobežojumi, izmeklējot retus ļoti maza izmēra audzējus, kas līdzīgi uzkrāj kontrastvielu,
- 4) kompleksu labdabīgu, nenosakāmu vai ļaundabīgu cistisku veidojumu raksturošanai, lai sniegtu informāciju ķirurģiskās ārstēšanas veida izvēlei (rekomendācijas līmenis: A;1b),
- 5) papildu līdzeklis ilgstošas kontroles dinamikā nodrošināšanai kompleksiem audzējiem, kas netiek ārstēti ķirurģiski (rekomendācijas līmenis: C; 5),
- 6) klīniski aizdomīgu nieru abscesu identificēšanai pacientiem ar komplikētu urīnceļu infekciju (rekomendācijas līmenis: C;5),
- 7) pacientiem, kam tiek veikta nieru audzēju ablācija ultrasonogrāfijas kontrolē, CEUS var izmantot audzēja vizualizācijas uzlabošanai sarežģītos gadījumos un reziduāla audzēja noteikšanai nekavējoties vai vēlāk pēc ablācijas. Ja iepļānota CEUS, ir ļoti svarīga audzēja vaskularizācijas novērtēšana pirms ablācijas (rekomendācijas līmenis: B;1b).

13 Vezikoureterālais reflukss

13.1 Vispārīgā informācija

Papildus ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanai intravenozi to var ievadīt arī dobumos. Ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšana urīnpūslī vezikoureterālā refluksa konstatēšanai mikcijas urosonogrāfijas laikā ir kļuvusi par rutīnas izmeklējumu, kas var pilnībā aizvietot refluksa izmeklējumus, kurus veic, izmantojot jonizējošo starojumu

(piemēram, mikcijas cistouretogrāfija) meitenēm. Salīdzinošos pētījumos mikcijas urosonogrāfijai un cistoureterogrāfijai ir konstatēta ievērojami augstāka urosonogrāfijas jutība refluksa noteikšanā [112, 113].

Levovist® ir licenzēts preparāts vezikoureterālā refluksa noteikšanai. SonoVue® efektivitāte ir līdzvērtīga [114], lai gan šai indikācijai preparāts nav licenzēts.

13.3 Izmeklēšanas procedūra

Galvenie soļi mikcijas urosonogrāfijā [112] ir:

- a) nieru un urīnpūšļa ultrasonogrāfiskā izvērtēšana,
- b) ar sterilu sāls šķīdumu atšķaidītas ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšana urīnpūslī, un
- c) atkārtota zema MI ultrasonogrāfija nieru un urīnpūšļa izvērtēšanai urīnpūšļa pildīšanas laikā, pēc tās un mikcijas laikā. Papildus šim solim dažos klīniskajos centros tiek veikta uretrosonogrāfija (transpubikāla un/vai transperineāla).

Ultrasonogrāfijas kontrastējumu var iegūt caur transuretrālu urīnpūšļa katetru vai suprapubikālas punkcijas ceļā (0,1 – 0,5 mL SonoVue® uz 500 ml 0,9% NaCl šķīduma [112, 115]), lēni ievadot un paralēli izvērtējot CEUS, līdz sasniegts izteikts urīnpūšļa satura kontrastējums. Gadījumos, ja novēro pārmērīgu ultraskaņas slāpēšanos vai nepietiekamu signālu, devu var pielāgot. Lai veiktu suprapubikālu punkciju, nepieciešams pilns urīnpūslis un aptuveni vienu stundu pirms izmeklējuma punkcijas vietā iesaka uzlikt anestezējošu plāksteri.

13.3 Vezikoureterālā refluksa diagnostika

Refluksa diagnozi uzstāda, mikrolodītēm parādoties vienā vai abos urīnvados un/vai kaliču - pielona sistēmā. Refluksa smagumu iedala 5 pakāpēs (I-V pakāpes) [116], ar kuru palīdzību iespējams to salīdzināt ar starptautisko mikcijas cistouretogrāfijas refluksa pakāpju sistēmu. Ultrasonogrāfijas izmeklējums tiek veikts mikcijas laikā un pēc tās, bērnam guļot uz muguras un vēdera, sēžot vai stāvot, vienmēr nierēs un urīnpūsli izmeklējot dažādās pozīcijās, ja pacienta stāvoklis to atļauj [112].

13.4 Mikcijas urosonogrāfija

Mikcijas urosonogrāfija ir noderīga urīnizvadkanāla izmeklēšanai [117]. Tomēr šādai izmantošanai vajadzīgi tālāki pētījumi. Mikcijas urosonogrāfiju var uzskatīt par izvēles metodi gadījumos, kad ir aizdomas par vezikoureterālo reflukšu meitenēm, kur dati par urīnizvadkanālu ir mazāk nozīmīgi, tomēr, kaut gan mikcijas urosonogrāfija ir pierādījusi savu lietderību šādos gadījumos, izvēles metode zēniem ir cistouretogrāfija [117]. Konvencionālā cistogrāfija saglabā savu nozīmi kā izvēles izmeklēšanas metode pacientiem ar patoloģisku atradi urīnizvadkanālā un/vai plānojojot ķirurģisku iejaukšanos.

14 Sēklinieku maisiņš

14.1 Vispārīgā informācija

Ultrasonogrāfija ir izvēles attēldiagnostikas metode sēklinieku maisiņa izmeklēšanā. Tomēr reizēm ultrasonogrāfijas atrade ir neskaidra un nepareizas tās interpretācijas rezultātā var tikt veikta nevajadzīga orhektomija. Īpašas grūtības sagādā diferencēšana starp hipovaskulāru un avaskulāru bojājumu, pieņemot, ka avaskulārs bojājums liecina par labdabīgu veidojumu; to var būt neiespējami noteikt doplerogrāfijā. CEUS sniedz praktisku risinājumu, uzlabojot pārliecību par patoloģijas vaskularizācijas un sēklinieku saites asinsvadu izvērtēšanu, kas ļauj izvēlēties piemērotu ārstēšanas metodi.

14.2 Izmeklēšanas procedūra

Patoloģiski izmainītajai vietai jāveic pilna B režīma un krāsu doplera ultrasonogrāfija ar lineāru augstfrekvences zondes un izmeklējums ir jāarhivē, lai izprastu CEUS atradni. CEUS arteriālā fāze ir vissvarīgākā izmeklējuma daļa. Sēklinieki un sēklinieku piedēkļi uzkrāj kontrastvielu ļoti strauji, bet šis laiks dažādu indivīdu starpā ir atšķirīgs. Vispirms kontrastviela parādās artērijās, kam dažu sekunžu laikā seko pilnīga parenhīmas kontrastēšanās. Sēklinieku maisiņa siena uzkrāj kontrastvielu mazāk nekā struktūras tā iekšienē. Mikrolodīšu uzkrāšanās nenotiek sēklinieku parenhīmā un kontrastējuma pavājināšanās laiks ir dažāds, pēc 3 minūtēm saglabājoties tikai nelielas intensitātes kontrastējumam

14.3 Patoloģiju veidi

14.3.1 Sēklas saites torsija

CEUS var tikt izmantota kā problēmu risinoša metode bērniem ar maziem sēkliniekiem, ja konvencionālās doplerogrāfijas attēldiagnostika nenodrošina optimālu plūsmas novērtēšanu. Šobrīd nav pieejamu drošu datu par CEUS izmantošanu sēklas saites torsijas izmeklēšanā. Mazās klīnisko gadījumu sērijās, kur izmeklēti vīrieši ar torsiju, CEUS apstiprināja vaskularizācijas trūkumu, bet nenodrošināja nekādus papildu klīniskos datus, ko nevarētu iegūt krāsu doplerogrāfijā [118].

14.3.2 Segmentārs infarkts

Akūta segmentāra sēklinieku infarkta aina B režīma konvencionālajā un krāsu doplerogrāfijā ir dažāda. Bieži bojājuma labdabīgais raksturs tiek konstatēts tā ķīļveida formas, kā arī ievērojami samazinātas vai neesošas plūsmas krāsu doplerogrāfijā dēļ [119]. Galvenais uzdevums ir diferencēt apaļas formas segmentāru infarktu no slikti apasiņota audzēja [120]. CEUS uzlabo segmentāra infarkta raksturošanu, vizualizējot vienu vai vairākas daiviņas ar parenhīmas išēmiju, ko atdala normāli sēklinieku asinsvadi [121]. Subakūts segmentārs infarkts raksturojas ar kontrastvielas uzkrāšanos blakus audos perifēras joslas

veidā, kas laikā gaitā samazinās un eventuāli izzūd kopā ar bojātā rajona formas izmaiņām un sarukumu [121].

14.3.3 Trauma

Sēklinieku traumas var labi izvērtēt ar konvencionālo B režīma ultrasonogrāfiju un krāsu doplerogrāfiju, bet patoloģijas apjoms tiek hipodiagnosticēts. Ķirurgam tikpat svarīga informācija kā *tunica albuginea* veseluma vai ruptūras izvērtējums, ir dzīvo sēklinieka audu apjoma noteikšana. Pievienojot CEUS krāsu doplerogrāfijas izmeklējumam, tiek iegūti dati par plīsumu līnijām, asinsizplūdumiem sēkliniekos un dzīvo sēklinieku audu apjomu. [122].

14.3.4 Iekaisums

Epididimoorhīts ir klīniska diagnoze un parasti viegli tiek apstiprināta krāsu doplerogrāfijā. CEUS var noteikt abscesa attīstību (redzams kā kontrastvielu nekrājošs rajons) tā agrīnā stadijā vai arī liela abscesa apjomu, nodrošinot ātru terapijas uzsākšanu [118]. Atsevišķos gadījumos CEUS var izmantot sēklas saites asinsvadu trombozes noteikšanai, tādējādi uzlabojot jutību, īpaši funikulīta gadījumā, kā arī pēc iekaisuma radušos parenhīmas išēmijas pārmaiņu noteikšanai.

14.3.5 Audzēji un kompleksas cistas

Mūsdienā izpratnē sēklinieku audzējā ar diametru, kas mazāks par 1,5 cm, ar krāsu doplerogrāfijas metodi var nevizualizēt asins plūsmu un to nepareizi interpretēt kā labdabīgu veidojumu, par ļaundabīgu audzēju raksturīgu iezīmi pieņemot pastiprinātu vaskularizāciju. Vienkāršas sēklinieku cistas parasti ir labdabīgas, bet jebkāda sieniņas neregularitāte vai ultraskaņā redzams detrits var liecināt par cistisku sēklinieka audzēju (sastopami reti) [123, 124]. Tiek uzskatīts, ka visi sēklinieku audzēji CEUS ir vaskularizēti, izņemot cistiskus apgabalus un nekrotiskas zonas [125]. Pieredze rāda, ka CEUS spēj apstiprināt vaskularizācijas trūkumu labdabīgās komplicētās un epidermoīdās cistās [126]. Literatūras datus pašreiz nav pierādījumu attiecībā uz šīm atradēm.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS var rekomendēt sēklinieku maisiņa izmeklēšanā:

- 1) fokālu sēklinieku bojājumu iedalīšanai vaskularizētos un kontrastvielu nekrājošos, tādējādi atšķirot bojājumus bez malignitātes potenciāla (rekomendācijas līmenis: B; 2b),
- 2) lai sēklinieku traumas gadījumos atšķirtu nedzīvu audu rajonus (rekomendācijas līmenis: B; 2b),
- 3) segmentāru infarktu noteikšanai un raksturošanai (rekomendācijas līmenis: B;2b),

- 4) lai smaga epididimoorhīta gadījumos atrastu abscesa veidošanos (rekomendācijas līmenis: C;4).

15. Vēdera trauma

15.1 Vispārīgā informācija

CECT ir izvēles metode neiroloģisku, skeleta un torakoabdominālu ievainojumu ātrai diagnostikai un stadijas uzstādīšanai augstas enerģijas politraumas gadījumā. Tomēr neatliekamās palīdzības nodaļā nogādāto pacientu vidū novēro plašu traumu smaguma pakāpju dažādību un datortomogrāfijas pozitīvo atradņu skaits zemākas enerģijas traumas gadījumos samazinās. To nepieciešams samērot ar datortomogrāfijas negatīvajiem aspektiem, tostarp pakļaušanu jonizējošā starojuma ietekmei un jodu saturošas kontrastvielas iedarbībai. Ultrasonogrāfija ir jutīga metode brīva šķidruma noteikšanai vēdera dobumā, kas ir netieša ievainojuma pazīme, taču tai ir maza jutība solīdu orgānu traumas konstatēšanā un tā ir pat vēl mazāk lietderīga dobo orgānu ievainojumu diagnostikā. CEUS var uzlabot diagnostiku, ja ir aizdomas par traumatiskiem bojājumiem, un tā korelē ar DT atradi [87, 127, 128]. Lielā multicentriskā pētījumā [129] CEUS bija jutīgāka nekā ultrasonogrāfija un uzrādīja jutību 69% nieru, 84% aknu, 93% liesas bojājumu gadījumos, salīdzinot ar DT, solīdu orgānu traumu diagnostikā ar ļoti augstu specifiskumu (virs 90%).

15.2. Izmeklēšanas procedūra

Kontrastvielas uzkrāšanās ilgst pietiekoši ilgi, lai traumas pacientam pareizi izmeklētu visus parenhimatozos orgānus. Nierēm raksturīga visātrākā un īslaicīgākā kontrastēšanās, turpretī liesas kontrastēšanās sākotnēji ir nehomogēna un – ilgstoša un vienmērīga. Izmeklēšana parasti tiek sākota ar nierēm, tad tiek izmeklētas aknas un beigās arī liesa. Alternatīvs variants ir sadalīt kontrastvielas devu 2 daļās, no kurām pirmo izmanto labās nieres un pēc tam aknu izmeklēšanai, bet otro daļu -kreisajai nieri un liesai. Tomēr daudzos gadījumos CEUS uzreiz tiek izmeklēts orgāns ar aizdomām par ievainojumu vai jau ir zināms, ka tas ievainots.

15.3 Attēlu interpretācija vēdera trauma gadījumos

CEUS ievainojumi tiek vizualizēti kā defekti, kas neuzkrāj kontrastvielu, ir asi norobežoti no intensīvi kontrastvielu krājošiem veselajiem audiem, īpaši venozās fāzes laikā. Kontūzija redzama kā slikti norobežots rajons ar samazinātu kontrastvielas uzkrāšanos tajā. Plīsumi ir redzami kā lineāri defekti ar pavājinātu kontrastvielas uzkrāšanos, tie parasti ir orientēti perpendikulāri orgāna virsmai, reizēm plīsumi orgāna kapsula redzama kā pārrāvums. Hematoma izskatās kā kontrastvielu nekrājošs rajons, kas neietver asinsvadus, kuri uzkrāj kontrastvielu. Ar CEUS var konstatēt izmaiņas, kas nav redzamas konvencionālajā ultrasonogrāfijā, piemēram, infarktus, hiperēmiju blakus bojājumam esošajos audos, pseidoaneirismu veidošanos, kā arī kontrastvielas ekstravazāciju no asinsvadiem, kas izpaužas

kā lokāla kontrastvielas deponēšanās vai uzkrāšanās strūklas veidā ārpus asinsvadiem. Kontrastēto asiņu izplatīšanās parenhīmā, vēdera dobumā vai retroperitoneālajā telpā ir svarīga atrade, jo tā liecina par aktīvu asiņošanu un ķirurģiskās iejaukšanās nepieciešamību. Kā ziņots gan eksperimentālos, gan klīniskos pētījumos, ar CEUS var noteikt esošu dažāda veida traumatiskas un netraumatiskas ģenēzes asiņošanu [87].

Traumas pacientu neatliekami veiktā datortomogrāfijas izmeklējumā var konstatēt arī artefaktus, un CEUS var uzlabot neskaidrību izvērtēšanu. Turklāt, CEUS var izmantot pacientiem, kam nav piemērota DT ar kontrastvielas ievadīšanu, piemēram, bērniem (skatīt 7. nodaļu). CEUS lietošana var samazināt atkārtotu ultrasonogrāfijas izmeklējumu skaitu un paātrināt pacienta izrakstīšanu no slimnīcas. Vairāku publicēto klīnisko gadījumu sēriju dati ir parādījuši, ka CEUS ļauj pārliecinoši izslēgt lielus vēdera dobuma orgānu ievainojumus. Tādējādi daudzi pacienti, kas pārcietuši nelielu traumu, var tikt izrakstīti no slimnīcas pēc novērošanas perioda, nemaz neveicot datortomogrāfiju.

15.4 Ierobežojumi

Tā kā ultrasonogrāfijas kontrastviela neizdalās ar urīnu, CEUS nevar pielietot urīnizvadsistēmas bojājumu izvērtēšanai.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS var pielietot traumu attēldiagnostikā, ņemot vērā plašo iespējamo klīniskajā praksē sastopamo notikumu spektru:

- 1) kā alternatīva datortomogrāfijai stabiliem pacientiem ar izolētu trulu vidējas enerģijas vēdera trauma solīdu orgānu ievainojumu izslēgšanā, īpaši bērniem (rekomendāciju līmenis: A, 1b),
- 2) lai tālāk izmeklētu pacientu nekaidras datortomogrāfijas atrades gadījumā (rekomendāciju līmenis: C; 2b),
- 3) konservatīvi ārstētas traumas kontrolei dinamikā, tādējādi samazinot nepieciešamo datortomogrāfiju skaitu vai palielinot pārliecību par diagnozi gadījumos, kad situācija stingri nepieprasa datortomogrāfiju (rekomendāciju līmenis: B; 1b).

16. Plaušu un pleiras patoloģijas

16.1 Vispārīgā informācija

Ultrasonogrāfijas attēldiagnostika veselām plaušām nav iespējama, jo ultraskaņas signāli uz plaušu virsmas pilnībā atstarojas. Konsolidācijas perēkļus var vizualizēt, ja tie atrodas subpleirāli, tiek apskatīti caur akustisko logu un nav zemādas emfizēmas vai pneimotoraksa [130]. Tāpēc plaušu izvērtēšanā CEUS izmanto konsolidējošu perēkļu izmeklēšanai.

Dubultās arteriālās asinsapgādes dēļ plaušas līdzinās aknām un CEUS ļauj diferencēt pulmonālo asinsriti no konsolidācijas perēkļa sistēmisko bronhu arteriālās vaskularizācijas, novērtējot kontrastēšanās laiku un apjomu [131].

16.2 Izmeklēšanas procedūra

Plaušu konsolidācijas perēkļa izvērtēšanai visbiežāk tiek lietota konvencionālā konvekta zonde. Pirms ultrasonogrāfijas kontrastvielas injicēšanas labākais zondes stāvoklis konsolidācijas perēkļa vizualizācijai jānosaka ar B režīma un krāsu doplerogrāfiju un tad novēro vismaz pirmās 30 sekundes pēc kontrastvielas ievadīšanas [132].

16.3 Attēlu interpretācija

Veseliem cilvēkiem kontrastviela ieplūst labajā sirds pusē 1 -5 sekundes pēc tās ievadīšanas un tūlīt pēc tam ieplūst plaušu artērijā (iezīmējot plaušu artērijas kontrastēšanās laika intervāla sākumu) un laikā no 8. līdz 11.sekundei ieplūst sirds kreisajā pusē (nosakot sistēmiskās bronhiālās arteriālās kontrastēšanās sākumu uzreiz pēc tam). Kontrastvielas ieplūšanas laiks konsolidācijas perēklī, īsāks par 10 sekundēm (agrīna arteriāla kontrastvielas krāšanās), liecina par asinsapgādi no plaušu artērijas, bet novēlots ieplūšanas laiks, kas ilgāks par 10 sekundēm (vēlīna arteriāla kontrastvielas uzkrāšanās) liecina par asinsapgādi no bronhiālajām artērijām. Pacienti ar kardiālām un/vai plaušu slimībām, ieplūšanas laiks plaušu artērijas izcelsmes kapilāriem var būt ilgāka par 20 sekundēm [131].

16.3.1 Pneimonija

Pneimonijas gadījumā kontrastviela ieplūst agrīni (10 sekundes) un kontrastvielas uzkrāšanās ir izteikta [131], kam seko plato fāze kombinētās vaskularizācijas dēļ (plaušu un bronhiālās artērijas [132]). Turklāt ar CEUS izvērtē arī norobežotas nekrozes rajonus vai abscesu veidošanos infiltrēto plaušu audu ietvaros, tie redzami kā rajoni bez kontrastēšanās pazīmēm [131].

16.3.2 Plaušu embolija

Plaušu emboliskos infarktos ieplūšanas laiks ir novēlots un kontrastvielas uzkrāšanās līmenis pirmajās 30 sekundēs pēc ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanas ir minimāls [131]. Tāda kontrastējuma vājināšanās, visticamāk, tiek novērota īsi pēc plaušu embolijas un pakāpeniski atjaunojas, tāpēc infarkti ir labāk atpazīstami agrīni pēc notikuma. Atbilstošu informāciju var nodrošināt kontrastvielas uzkrāšanās kvantitatīvais novērtējums, izmantojot tam domātu programmatūru. Pleirītu vai pneimoniju var skaidri diferencēt no plaušu embolijas pēc agrīnas un intensīvas kontrastvielas uzkrāšanās plaušu artērijā [131–133].

16.3.3 Plaušu karcinoma un metastāzes

CEUS loma plaušu vēža izmeklēšanā ir uzlabotā dzīvo un nedzīvo audu diferencēšana pirms biopsijas veikšanas salīdzinājumā ar krāsu doplerogrāfiju [134]. Plaušu

audzēju kontrastēšanās CEUS var būt ļoti daudzveidīga, bet caurmērā kontrastvielas ieplūšana ir vēlīni arteriāla, jo arteriālo asinsapgādi nodrošina bronhiālās, nevis pulmonālās artērijas [131, 132].

16.3.4 Atelektāze

CEUS aina atelektāzes gadījumā līdzinās pneimonijas ainai ar agrīnu un izteiktu kontrastvielas uzkrāšanos (< 10 sek.), kam seko plato fāze [132]. Atelektāzes masā esošs centrāli lokalizētu audzēju var labāk diferencēt no atelektāzēm pēc tā vēlīnas kontrastēšanās [134].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas (attiecas tikai uz perifēri novietotiem fokusiem, kas redzami US)

- 1) CEUS ir noderīga iekaisīgu un embolisku plaušu konsolidējošu perēkļu diferencēšanā, īpaši pacientiem ar neskaidriem datortomogrāfijas rezultātiem (rekomendāciju līmenis B; 2b),
- 2) CEUS var lietot neskaidros gadījumos, lai pneimonijas pacientiem diagnosticētu plaušu abscesus, jo CEUS tie redzami labāk nekā B režīma ultrasonogrāfijā vai rentgenogrammā (rekomendācijas līmenis C; 5).

17. Asinsvadi

17.1 Vispārīgā informācija

Ir divas galvenās ekstrakerebrālās asinsrites sistēmas, kuru izmeklēšanai indicēta CEUS lietošana - miega artērija un vēdera aorta. Konvencionālās ultrasonogrāfijas metodes pielietojums to izvērtēšanai ir ierobežots, vizualizējot lēnu asins plūsmu, īpaši sīkos asinsvados, piemēram, *vasa vasorum* vai kolaterālēs, kā arī attēlojot plūsmu kritisku stenožu gadījumos. Pielietojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu, iespējams atbrīvoties no dažiem šādiem ierobežojumiem un to var izmantot arī citos ekstrakerebrālo vaskularizācijas baseinu rajonos, bet šāds pielietojums nav plaši izmantots un par to nav ziņojumu.

17.2 Izmeklēšanas procedūras

Tāpat kā konvencionālajā izmeklēšanā, arī CEUS miega artērijai tiek veikta ar lineāras zondes palīdzību 5-10 MHz amplitūdā un, izmeklējot vēdera aortu, lieto konveksās zondes 2,5-5 MHz amplitūdā.

17.3 Miega artērija

17.3.1 Stenoze

Pie aizdomām par miega artēriju patoloģiju, izvēles metode ir dupleksultrasonogrāfija [135–138]. CEUS uzlabo doplerogrāfijas jutību un to lieto, oklūzijas atšķiršanai no suboklūzīvas stenozes, pat ar konvencionālās ultrasonogrāfijas aprīkojuma palīdzību. Tomēr, ja ir pieejama kontrastspecifiska izmeklēšanas metode, zema mehāniskā indeksa CEUS var lietot, lai vēl vairāk uzlabotu endovaskulārās robežas noteikšanu sarežģītos gadījumos, dodot

iespēju noteikt prestenotisku, intrastenotisku un poststenotisku segmentu formu, īpaši tad, ja asinsvadi ir elongēti [139, 140]. To atvieglo fakts, ka ātras un lēnas plūsmas tiek reģistrētas vienlaicīgi ar CEUS bez jebkādiem fāzu nobīdes ("aliasing") vai telpiski kropļojošiem («blooming») artefaktiem un neatkarīgi no doplera leņķa - faktoriem, kas parasti ietekmē doplerogrāfijas rezultātus, atvieglojot kontrastvielas injicēšanu. Ar CEUS var vizualizēt aterosklerotiskas plātnītes izčūlošanos. [141].

17.3.2 Kontrolē dinamiskā pēc miega artērijas stentēšanas

CEUS ir informatīva metode atkārtotas stenozešanās novērtēšanā pēc iekšējās miega artērijas stentēšanas [142]. CEUS ir mazāk intrastenotisku artefaktu, ja salīdzina ar krāsu un enerģijas doplerogrāfiju; tā rezultātā tiek panākta labāka vizualizācija un stenozes pilna garuma un morfoloģijas izvērtēšana [142].

17.3.3 Atslāņošanās

Patognomās atrades attēlos ir murālas hematomas un īstā, kā arī neīstā lūmena attēlojums, kā arī nelielas plīvojošas intīmas stiegras. Asins plūsma neīstajā lūmenā parasti ir samazināta [143], palielinot trombožu risku, kā rezultātā vēlāk var attīstīties pilnīga oklūzija vai embolijas [144]. MR ir kakla asinsvadu atslāņošanās diagnostikas standarta metode; tās kontraindikāciju gadījumā diagnostisko precizitāti var uzlabot ar CEUS palīdzību [139, 140].

17.3.4 Komplikācijas pēc invazīvām manipulācijām asinsvados

Fāzu nobīdes ("aliasing") artefaktu dēļ pēcoperācijas fistulas kanāla vizualizācija krāsu doplerogrāfijā var būt apgrūtināta. Tomēr ar CEUS palīdzību fistulas gaitu var izvērtēt bez fāzu nobīdes "aliasing" vai "pārrakstīšanas" ("overwriting") artefaktiem [145]. Turklāt CEUS var palīdzēt attēlot plūsmu pseidoaneirismā ar lielāku precizitāti nekā krāsu doplerogrāfija.

17.3.5 Aterosklerotisko plātnīšu raksturošana

Visbiežākais insulta risku palielinošais faktors ir miega artērijas stenoze. Tomēr arī citi attēldiagnostikas kritēriji tiek atzīti par nozīmīgiem riska faktoriem [146]. Aterosklerotisko plātnīšu neovaskularizācija, kas vizualizējama CEUS, labi korelē ar histoloģisko atradni [147, 148] un potencianāli tiek uzskatīta par cerebrālu išēmisku notikumu riska faktoru; to vislabāk var noteikt ar kvantitāti izvērtējošu programmatūru [141, 147–150], tomēr tās lomu ikdienas klīniskajā praksē vēl jānovērtē.

17.4 Vēdera aortas aneirisma

CEUS var pārvarēt dažu konvencionālās ultrasonogrāfijas ierobežojumus, uzlabojot aortas lūmena iezīmēšanu un galveno artēriju zaru vizualizāciju. CEUS arī ļauj uzlabot aortas ruptūras diagnostiku, norādot kontrastvielas ekstravazāciju [151].

17.4.1 Aortas atslāpošanās

Parasti vēdera aortas atslāpošanās ir torakālās aortas atslāpošanās turpinājums [151]. Sākotnējā izmeklēšanā netiek konstatētas līdz pat 38% aortas atslāpošanās un līdz pat 28% dissekciju paliek nediagnosticētas līdz pat autopsijai [152-155]. Lielākajā daļā gadījumu īsto un neīsto lūmenu var diferencēt CEUS, jo tā dod iespēju noteikt gan agrīnu (īstais lūmens), gan vēlīnu (neīstais lūmens) kontrastējumu, ja vien neīstais lūmens nav trombozēts [153, 155]. Var konstatēt vaskulāras komplikācijas, kā nieru vai liesas infarktus [139].

17.4.2 Vēdera aortas aneirismas iekaisums

Vēdera aortas aneirismas iekaisums ir aterosklerotiskas aneirismas paveids, ko raksturo iekaisuma un/vai fibrotiskas izmaiņas retroperitoneālās telpas periaortālajā rajonā [156, 157]. Par šo diagnozi liek domāt triāde: sabiezēta aneirismas siena, plaša perianeirizmātiska un retroperitoneāla fibroze ar adhēzijām vēdera dobuma orgānos [158–160]. Iekaisušas aneirismas kontrastēšanās uzlabo diferenciāldiagnostiku starp piesegtu aortas ruptūru un aneirismas iekaisumu [161].

17.4.3 Iekšējas ekstravazācijas

Vēdera aortas aneirismas endovaskulāras ārstēšanas agrīni un vidēja ilguma rezultāti ir daudzsoļi, bet šīs metodes ilgtermiņa noturība un rezultāti joprojām nav skaidri. Ekstravazācijas ir asins plūsma ārpus stenta protēzes lūmena, taču aneirismas maisa ietvaros, un tiek konstatētas DT angiogrāfijā, ar kuras palīdzību dažus ekstravazācijas paveidus noteikt nav iespējams [162]. Vairāki autori ir izcēlušī CEUS noderīgumu, jo ekstravazātu diagnostika, analizējot plūsmas ātrumu un virzienu, ir labāka nekā DT angiogrāfijā [163–169]. CEUS kontrastvielas uzkrāšanās kvantitatīva noteikšana ar laika intensitātes līkni nodrošina papildu precizitāti [168]. Konstatējot aortas ekstravazāciju, CEUS var izmantot, lai izvērtētu pacientus dinamikā [170].

17.5 Ierobežojumi

CEUS izmeklēšanas ierobežojumi miega artērijas un vēdera aortas izmeklēšanā ir jebkuri stāvokļi, kas kavē adekvātu ultrasonogrāfijas caurspiešanos un ierobežo konvencionālā B režīma ultrasonogrāfijas izmeklējuma iespējas. Tas īpaši attiecas uz masīvu sieniņu kalcifikāciju un zemādas emfizēmu pēc invazīvām manipulācijām vai ierobežotu izmeklēšanas logu esamību.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

CEUS iesaka šādu indikāciju gadījumā:

- 1) lai diferencētu starp pilnīgu miega artērijas oklūziju un atlieku plūsmu necaurļaidīgas stenozes gadījumā, izmantojot doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadi vai CEUS (rekomendāciju līmenis: B;3),

- 2) tehniski sarežģīti izmeklējamu miega artēriju lūmena kontūras izcelšanas uzlabošana (derīgu informāciju var nodrošināt arī doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadi) (rekomendācijas līmenis: B;3),
- 3) aterosklerotisku plātnīšu neovaskularizācijas novērtēšanai (rekomendāciju līmenis: B; 1b),
- 4) kopējās un iekšējās miega artērijas, vertebrālās artērijas un aortas atslāņošanās vizualizācijas uzlabošana (rekomendāciju līmenis: C;3),
- 5) aortas sienas ruptūras diagnostika (rekomendāciju līmenis: B; 3),
- 6) kā papildu izmeklējums pie aizdomām par vēdera aortas aneirismas iekaisumu (rekomendāciju līmenis: C;5),
- 7) ekstravazācijas noteikšana un raksturošana pēc vēdera aortas aneirismas operācijas (rekomendāciju līmenis: A;1a),
- 8) vēdera aortas aneirismas ekstravazātu kontrole dinamikā (rekomendācijas līmenis: A; 1a).

18. Smadzeņu asinsvadi

! 18.1 Vispārīgā informācija

Galvenā CEUS indikācija smadzeņu artēriju izmeklēšanā ir vāja signāla – trokšņa attiecība doplerogrāfijā bez kontrastvielas ievadīšanas, kas var traucēt doplera līknes mērījumu plūsmas izrūkuma, pārāk lēnas plūsmas vai vājas plūsmas gadījumos [171]. Transkraniālā krāsu kodētā dupleksultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadi ir labākā metode vienlaicīgai smadzeņu anatomijas B režīma ultrasonogrāfijā, kā arī asinsvadu un to plūsmas gaitas izvērtēšanā.

18.2 izmeklēšanas procedūras

CEUS zondes ir tādas pašas kā transkraniālajai krāsu kodētajai dupleksultrasonogrāfijai ar kontrastvielas ievadi, proti, 1,5 – 4 MHz sektorālās zondes. Ir divas izmantošanas iespējas, lietojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu: galveno asinsvadu, tas ir, asinsvadu attēldiagnostika, un “perfūzijas attēldiagnostika”. Asinsvadu attēldiagnostikā ultrasonogrāfijas kontrastvielu lietot, doplerogrāfijas signālu pastiprināšanai transtemporālajā vai transnuhālajā aksiālajās plaknēs (ultrasonogrāfijas vizualizācijas dziļums 10-12 cm). Var izmantot arī koronārās transtemporālās plaknes. Lai iegūtu derīgu informāciju, jāapsver dažu tehnisku artefaktu iespējamība: 1) bolus injekcija var izraisīt artefaktus ar attēla izplūšanu (“*blooming*”), traucējot precīzus doplerogrāfijas spektrālos mērījumus. Šo artefaktu var samazināt, samazinot kopējo pastiprinājumu vai ultrasonogrāfijas kontrastvielu ievadot lēnām (1-2 ml SonoVue®/minūtē). 2) ultrasonogrāfijas kontrastvielas injicēšanas rezultātā rodas pie

mākslīga maksimālās asins plūsmas ātruma palielināšanās (15-36%)[172]. Tas var ietekmēt plūsmas ātruma kritērijus, kas svarīgi stenožu klasifikācijai. Perfūzijas attēldiagnostikā tiek veikta zema vai augsta mehāniskā indeksa CEUS, iestarojot ultraskaņu transtemporāli aksiālajā plaknē ar ultraskaņas iedarbības dziļumu 10-15 cm. Var būt nepieciešamas arī citas insonācijas plaknes.

18.3 Galveno intracerebrālo asinsvadu attēldiagnostika: interpretācija un izvērtēšana

18.3.1 Asinsvadu attēldiagnostika

Transkraniālā krāsu kodētā duplexultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadi galvenokārt tiek lietota, lai diferencētu asinsvadu oklūziju sliktas vizualizācijas apstākļos un, lai noteiktu ļoti lēnu asins plūsmu ātrumu un zemu plūsmas tilpumu (sīkie asinsvadi, asinsvadu pseidooklūzijas). Doplerogrāfijas spektrs sniedz informāciju par hemodinamiku anatomiskajiem datiem, kas iegūti krāsu doplerogrāfijā.

18.3.2 Priekšējās smadzeņu bedres cirkulācijas izmeklēšana

Slikti caurredzamo deniņu kaula logu, ko vecāku pacientu vidū sastop līdz pat 45%, var pārvarēt ar transkraniālo krāsu kodēto duplexultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadi. Pēc ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanas Vilisa loka bazālās artērijās var labi izvērtēt vairāk kā 85% šādu gadījumu [173]. Saskaņā ar ekspertu viedokli CEUS ar SonoVue® ievadīšanu var pielietot pacientiem ar transkraniālajai doplerogrāfijai slikti caurredzamiem akustiskajiem logiem, lai monitorētu smadzeņu autoregulāciju, tāpat kā valodas lateralizāciju operācijas plānošanai.

18.3.2 Mugurējās smadzeņu bedres cirkulācijas izmeklēšana

Transkraniālā krāsu kodētā duplexultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadi, kas veikta caur foramen magnum, var palielināt intrakraniālo vertebrālo artēriju, bazilārās artērijās un smadzenīšu artērijās segmentu noteikšanas dziļumu un tādējādi uzlabot diagnostikas ticamību [172].

18.3.4. Ultraskaņas kontrastvielas pielietošana pacientiem ar iekšējās miega artērijās stenozi

Vilisa loka plūsmas raksturošana pacientiem ar iekšējās miega artērijās stenozi un slikti caurredzamiem deniņu kaula logiem ir nozīmīga ipsilaterālas robežzonas infarkta riska novērtēšanā. Pacienti bez kolaterālās plūsmas ir īpaši ievainojami miega artērijās endarterektomijas skavu uzlikšanas laikā. Ultrasonogrāfijas kontrastvielas izmantošana šiem pacientiem var nodrošināt vērtīgu informāciju tālākai ārstēšanai [174].

19. Locītavu iekaisuma slimības

19.1 Vispārīgā informācija

Krāsu/enerģijas doplerogrāfijā var noteikt sinoviālo audu proliferācijas vaskularizāciju, kas liecina par iekaisuma aktivitāti. Tomēr šai metodei ir ierobežota jutība un, pievienojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu, diagnostikas kvalitāte palielinās.

19.2. Izmeklēšanas procedūra

Ziņojumi par ultraskaņas kontrastvielas lietošanu locītavu iekaisumu slimības gadījumā galvenokārt attiecas uz konvencionālo krāsu/enerģijas doplerogrāfijas signālu pastiprināšanu (doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu), nevis zema mehāniskā indeksa CEUS lietošanu. Standarta zondes un aprīkojums, ko lieto otrā līmeņa locītavu izmeklēšanai, tiek lietots arī CEUS.

19.3 Attēlu interpretācija

19.3.1 Artrīts un sinovīts

Sinoviālo biopsiju mikroskopiskā izmeklēšanā agrīnās iekaisuma slimības stadijās konstatē angiogēnēzi. Hipervaskularizēta pannusa proliferāciju var konstatēt pirms locītavas destrukcijas. Tas korelē ar slimības aktivitāti un ir izšķirošs tās invazīvās un destruktīvās dabas noteikšanā [180]. Jauno bioloģisko medikamentu attīstīšana (piemēram, tumoru nekrozes faktora alfa inhibitori), kas vērsta uz mikrovaskularizāciju, ir izraisījusi pieprasījumu pēc jutīgākas vaskularizācijas attēldiagnostikas, lai izvērtētu ārstēšanas efektivitāti [180-184]. Doplerogrāfijas papildināšana ar ultrasonogrāfijas kontrastvielu ievērojami uzlabo vaskularizācijas izvērtēšanu aktīva reimatoīdā artrīta pacientiem [185,186]. Pēc doplerogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu ieviešanas tam veltītā pētījumā ārstēšana tika mainīta līdz pat 24% pacientu [185]. Ir pierādījumi, ka enerģijas doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu palīdz diferencēt aktīvu slimību no neaktīvas subklīniska juvenila reimatoīdā artrīta gadījumā ceļa locītavā [187]. Doplerogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu atrade korelē ar MR kontrastizmeklējuma atradi, norādot uz iekaisuma smaguma līmeni pacientiem ar sinovītu [188]. Doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadi ir noderīgāka sakroileīta diagnostikai nekā konvencionālā doplerogrāfija bez kontrastvielas ievades [182, 189]. Kopumā iekaisuma smaguma līmeņa noteikšanā diagnostiskās precizitātes uzlabošanu var sasniegt, pievienojot ultrasonogrāfijas kontrastvielu lielo un mazo locītavu izmeklēšanai.

19.3.2. Diferencēšana starp sinoviālu pannusu un šķidrumu

MR pētījumos tika konstatēts, ka sinovīta klātbūtne un apjoms ir prognostisks kaulu bojājumu faktors [190]: kaulu bojājumus nenovēro locītavās, kurās nav sinovīta. Tāpēc agrīna locītavu spraugas vaskularizācijas noteikšana ir galvenais mērķis iekaisuma novērtēšanā. Doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadi uzlabo akūtu sinovītu diferencēšanu no

citiem locītavas virsmu sabiezēšanas veidiem, piemēram, fibrotisko pannusu un izsvīdumu locītavā [191, 192].

19.3.3. Bursas un cīpslas

Salīdzinājumā ar doplerogrāfiju bez kontrastvielas ievadīšanas, kontrastizmeklējums var izcelt perifēro kontrastvielas uzkrāšanos doplerogrāfijā, kas atbilst iekaisušas bursas vaskularizētajai sinoviālai maliņai un ļauj labāk diferencēt šķidrums, fibrozu un hipervaskulāru sinoviālu sabiezēšanos [193,194].

19.3.4 Ārstēšanas kontrole dinamikā

Veiksmīgas ārstēšanas rezultātā notiek sinoviālo sabiezējumu un pannusa nekrozes mazināšanās ar vaskularizācijas samazināšanos tāpat kā doplersignālu pavājināšanās. Šī fibroza pannusa un sinoviālas proliferācijas diferencēšana ir viens no svarīgākajiem jautājumiem, izvērtējot ārstēšanu dinamikā, jo, tā kā sinovijs satur dažādu fibrozo audu daudzumu, tā apjoms nav klīniski nozīmīgs, jot [190]. Enerģijas doplerogrāfijā bez kontrastvielas ievadīšanas fibrotiskā pannusa vaskularizācija nav konstatējama, un arī pēc ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievades CEUS kontrastvielas uzkrāšanos neredz [195-199].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

Krāsu/enerģijas doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu:

- 1) var lietot vaskularizācijas pakāpes turpmākai noteikšanai locītavās pacientiem ar reimatoīdo artrītu (rekomendāciju līmenis:C;2b),
- 2) atkārtota doplerogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu var sniegt derīgu informāciju par ārstēšanas efektivitāti, lai izšķirtos par tālāku ārstēšanas stratēģiju. Šai metodei ir potenciāls tikt izmantotai specializētos centros, pielietojot standartizētu metodoloģiju (rekomendāciju līmenis: C; 2b).

20. Lietošana dobumos

20.1. Ievads

Ir publicēti ziņojumi par neskaitāmiem nereglamentētas ekstravaskulāras un dobumos ievadītas kontrastvielas SonoVue® lietošanas gadījumiem, lielākoties attiecībā uz vispārēju lietošanu un visatbilstošāko izmantojumu. Citas iespējamās pielietošanas iespējas laiku pa laikam tiek minētas publicētos klīniskajos gadījumos un kongresu tēzēs.

20.2. Izmeklēšanas procedūra

Standarta ultrasonogrāfijas kontrastvielas deva ievadīšanai dobumos vēl nav noteikta. Lietotās devas amplitūda dažādos avotos ir 0,1 ml–1 ml SonoVue® (visbiežāk lieto tikai dažus pilienus), kas izšķīdināti 10 ml vai lielākā tilpumā 0,9% NaCl šķīdumā;

augstfrekvences ultrasonogrāfijas zondēm var būt nepieciešama .augstāka SonoVue® koncentrācija.

20.3 Ievadīšana fizioloģiskos dobumos

20.3.1 Mikcijas ultrasonogrāfija vezikoureterālā refluksa izmeklēšanai

Šī tēma aprakstīta nodaļā 13.4.

20.3.2 Olvadu caurejamības attēldiagnostika – histerosalpingokontrastsonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu

Sākotnēji tika veikta, izmantojot sakratītu NaCl šķīdumu, ko ievadīja dzemdes dobumā, histerosalpingosonogrāfijā aptuveni 12% gadījumu tiek konstatēti viltus negatīvi rezultāti [200]. CEUS ar SonoVue® nodrošina labākus rezultātus [200-202] ar augstāku specifiskumu, bet pozitīva paredzamā vērtība necaurīdīgu olvadu diagnozei saglabājas zema [200]. Augsta negatīva paredzamā konvencionālās histerosalpingokontrastsonogrāfijas vērtība lika autoriem uzskatīt, ka histerosalpingokontrastsonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu jāveic tikai gadījumos, kad konvencionālā histerosalpingokontrastsonogrāfijā konstatē necaurejamību.

20.3.3 Peritoneopleirālā savienojuma noteikšana aknu izcelsmes hidrotoraksa diagnostikā

Tiešas komunikācijas noteikšana starp vēdera dobumu un pleiras telpu ir galvenā aprakstītā indikācija [203, 204]. Aknu izcelsmes hidrotoraksa diagnozi var noteikt cirozes pacientiem, vēderplēves dobumā ievadot SonoVue®, vislabāk to darīt agrīni (<2 dienas) pēc torakocentēzes, vizualizējot redzama tās ieplūšanu pleiras telpā.

20.3.4 Žultsceļi

Perkutāna holangiopankreatogrāfija CEUS kontrolē pirmo reizi tika aprakstīta 2009. gadā [205]. Vēlāk tika publicēts klīniskais gadījums par ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanu ķirurģiski ievietotā T-veida drenā [2006]. Eksperti uzskata, ka perkutānas holangiopankreatogrāfijas CEUS kontrolē un drenāžas priekšrocības ir, izveidojot ārēju drenāžu žultsceļu obstrukcijas pacientiem ar smagu holangiosepsi, ko var veikt intensīvās terapijas nodaļā bez rentgenoskopijas kontroles. Ir bijuši ziņojumi par ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanu pie retrogrādās holangiopankreatogrāfijas [207].

20.3.5 Siekalu dziedzeri

Ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšana galvenajā siekalu dziedzerā izvadā varētu kļūt par sialogrāfiju papildinošu diagnostikas metodi, lai klasificētu siekalu dziedzeru obstruktīvas slimības. Siekalu dziedzeru izvadi tiek paplašināti ar attiecīgiem dilatatoriem un tiek ievadīta plastiska perifērās vēnas katetra caurulīte [208].

20.4 Ievadīšana nefizioloģiskos dobumos

20.4.1 CEUS fistulu attēldiagnostikā

CEUS pierādījusi savu efektivitāti fistulu diagnostikā un klasificēšanā, neskatoties uz sākotnējo diagnozi. Tika izmeklēti šādi stāvokļi: rektovaginālas fistulas caur transvaginālu pieeju [77], vezikointestinālas fistulas caur transabdominālu pieeju [209] un anālas fistulas caur transrektālu pieeju [210].

20.5 Citas CEUS indikācijas ievadīšanai dobumos

Faktiski ultrasonogrāfijas kontrastvielu var ievadīt jebkurā ultrasonogrāfiski pieejamā fizioloģiskā vai patoloģiskā ķermeņa dobumā, lai novērtētu dobuma morfoloģiju un iespējamās komunikācijas ar blakus esošām struktūrām vai orgāniem. Klīniskā pielietojuma iespējas: abscesi, zarnu vai citas fistulas, gastroezofageālais reflukss, kuņģa lūmena un zarnu stenozes.

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

Šīm indikācijām nevar tikt izveidotas skaidras rekomendācijas. CEUS izmantošana jāapsver katram gadījumam individuāli; CEUS parasti veic, kad standarta diagnostiskas metožu rezultāti ir neskaidri vai pacientiem šie izmeklējumi nav iespējami augsta riska dēļ (piemēram, jonizējošā starojuma pielietošana jutīgiem orgāniem vai nepieciešamība pārvietot intensīvās terapijas pacientu) vai situācijas, kad pacienta pārvietošana rada sarežģījumus.

21. Limfmezgli

21.1 Vispārīgā informācija

Vairāku pētījumu uzmanības centrā bijusi virspusējas limfadenopātijas diferenciāldiagnostika vēža pacientiem, izmantojot augstas izšķirtspējas ultrasonogrāfiju. Tikuši analizēti iesaistīto limfmezglu forma, izskats un vaskularizācijas veids, lai atšķirtu labdabīgus un ļaundabīgus mezglus ar plašu specifiskuma un jutības amplitūdu [211,212]. CEUS lietošanas rezultātā uzlanojusies vaskularizācijas veida (angioarhitektūras) izvērtēšanas precizitāte [213]. Izmeklējumi ar kontrastvielas ievadīšanu pirmo reizi tika veikt, izmantojot augsta mehāniskā indeksa doplerogrāfiju un vēlāk - zema mehāniskā indeksa CEUS.

21.2 Izmeklēšanas procedūra

Kontrastspecifiskiem izmeklējumiem ar pilnu SonoVue® flakonu tiek izmantotas tādas pašas zondes kā, veicot konvencionālo B režīme ultrasonogrāfiju.

21.3 Attēla interpretācija, kā arī labdabīgo un ļaundabīgo mezglu diferencēšana

Lielākajā daļā literatūras datu par metastātiskus limfmezglus raksturojošu pazīmi tiek uzskatīti prom no limfmezgla vārtiem ejoši, kapsulu penetrējoši asinsvadi. Limfmezglu reaktīvās dabas apstiprinājums atkarīga no tā morfoloģijas un asinsvadu anatomijas, ar vienu vārtu rajonā vērstu kājiņu, kas satur artērijas un vēnas, regulāru zarošanos limfmezgla perifērijas virzienā. Asinsvadu anatomijas attēlošanu var uzlabot, krāsu doplerogrāfiju

papildinot ar ultrasonogrāfijas kontrastvielu. Konvencionālā CEUS ar zemu mehānisko indeksu var uzlabot doplerogrāfijas rezultātus, tās jutības, specifiskuma un precizitātes līmenis ir līdz pat 84%, 79% un 80% [214-223].

Tomēr ultrasonogrāfiskai limfmezglu vaskularizācijas izvērtēšanai ir ierobežojumi. Lielākā daļa pētījumu tika veikti speciālos klīniskos apstākļos (zināmi galvas un kakla vai ginekoloģijas centri). Asinsvadu izplatības izvērtēšana ir pietiekami informatīva, ja skarts viss limfmezgls, kas ne vienmēr notiek, jo iespējamās fokālas vēža metastāzes vai nekroze. Atsevišķi jāapsver limfomas iespējamība, jo ir dati, ka limfomas skartu limfmezglu angioarhitektūras veids atgādina labdabīgus limfmezglus [224,225].

21.4 Sargmezgli

CEUS var izmantota sargmezglu noteikšanā vēža pacientiem.

1 ml SonoVue® injicē zemādā audzēja tuvumā un kontrastējošais limfas ceļš aizved pie sargmezgla [226-231]. Pirmā pieredze liecina, ka šī metode nav toksiska un darbojas tikpat labi kā zilās krāsvielas vai radioizotopa metodes [231].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

- 1) CEUS šķiet efektīva metode labdabīgu virspusēju limfmezglu atšķiršanai no ļaundabīgiem tikai īpašos klīniskos apstākļos. Tādēļ, neskatoties uz atsevišķām pozitīvām publikācijām, eksperti uzskata, ka CEUS nav iesakāma rutīnas labdabīgu un ļaundabīgu limfmezglu atšķiršanā (rekomendāciju līmenis: C;5),
- 2) CEUS ar subkutānu kontrastvielas ievadīšanu sargmezgla izvērtēšanai tiek intensīvi pētīta un tāpēc šobrīd klīniskajai praksei nevar tikt rekomendēta (rekomendāciju līmenis: C;5).

22. Audzēju ārstēšanas atbildes reakcijas novērtēšana

22.1 Vispārīgā informācija

Ieviešot jaunas ārstēšanas iespējas, kas vērstas uz audzēju angioģenēzi un vaskularizāciju, radusies nepieciešamība pēc precīzu un atkārtojamu kvantitatīvos rādītājus novērtējošu metožu radīšanas, lai novērtētu agrīnas pārmaiņas audzēju asinsapgādē [232]. Tomēr, tā kā ārstēšanas metodes galvenokārt ir citostātiskas dabas, kuru līdzšinējā atbildes reakcijas novērtēšanas pamatā bija audzēja izmēru izvērtējums dažādos laika posmos, izmantojot "Atbildes reakcijas kritērijus solīdiem audzējiem" (RECIST)[234], šajā gadījumā tie ir nederīgi, jo atspoguļo tikai vēlīnās izmaiņas un nav spējīgi laikus identificēt uz terapiju nereaģējošus audzējus [234].

22.2 Izmeklēšanas procedūra

Dinamisko ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu var veikt, izmantojot divas dažādas pieejas ar dažādiem rezultātiem un pierādījumu līmeni (pagaidām):

(a) ultraskaņas kontrastvielas ievadīšana bolus veidā ar laika intensitātes līknes izvērtēšanu; attēldiagnostika parasti tiek veikta vienā plaknē ar 10-20 kadriem/sekundē, kamēr notiek kontrastvielas uzkrāšanās. Vidējo intensitāti interešu zonā var attēlot kā funkciju no laika, piemēram, laika intensitātes līkne interešu lokā apraksta ultrasonogrāfijas kontrastvielas “ieskalošanu” un “izskalošanu” [236]. Uz šo metodi balstās lielākā daļa klīnisko pētījumu datu.

(b) intravenoza ultrasonogrāfijas kontrastvielas infūzija ar sabrukšanas - atkārtotas atjaunošanās analīzi. Ultrasonogrāfijas kontrastviela tiek ievadīta, izmantojot sūkni vai pilinātāju 5-20 minūšu laikā. Kontrastējumu vispirms attēlo bez tās sabrukšanas pie zema mehāniskā indeksa, pēc tam uz dažiem secīgiem kadriem mehāniskais indekss tiek palielināts, izraisot mikrolodīšu sabrukšanu; uzreiz pēc tam mehāniskais indekss tiek atgriezts iepriekšējā līmenī, lai novērotu atkārtotu piepildīšanos ar mikrolodītēm interešu zonas ietvaros. Vairāki modeļi apraksta ehosignāla dinamiku ultrasonogrāfijas kontrastvielas atkārtotas piepildīšanās fāzes laikā, ko var izmantot, analizējot plūsmu [237].

Sākotnējā audzēja atbildes reakcijas uz ārstēšanu novērtēšana balstījās uz kvalitatīvu analīzi [238], bet, attīstoties jaunām metodoloģijām, tiek radīti vairāki spēcīgi un puskvantitatīvi kritēriji. Laika intensitātes līknes analīzi, ieskaitot “ieskalošanas” un “izskalošanas” laiku, var veikta, līknei iekļaujoties noteiktos funkcionālos kritērijos [239]. Galvenie kritēriji ir: maksimālā intensitāte, laukums zem līknes, laukums zem “ieskalošanas”, laukums zem “izskalošanas” (visi attiecināmi uz asins plūsmu), laiks līdz maksimālai intensitātei, “ieskalošanas” slīpne (abi attiecas uz asins plūsmu), vidējais tranzīta laiks. Informācija par caurlaidību nevar tikt iegūta tīru asiņu baseina mikrolodīšu rakstura dēļ. EFSUMB tiek gatavots plašāks ieskats kontrastvielas uzkrāšanās kritēriju kvantitatīvajā novērtēšanā.

22.3 Dinamiskās ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadi izmantošana klīnikā

Agrīnajie klīniskajos pētījumos tika izvērtēts atbildes reakcijas uz ārstēšanu kvantitatīvais novērtējums dažādiem audzējiem, tādiem kā gastrointestināls stromāls audzējs vai nieru šūnu karcinoma [240-243]. Nesen veiktie pētījumi, kuros analīze veikta ar puskvantitatīvām metodēm un ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšanu bolus veidā nieru šūnu karcinomas, hepatocelulāras karcinomas, GIST gadījumos [244-246]. Franču grupas pētījumos konstatēts, ka divi kritēriji, kas atspoguļo asins plūsmu, korelē ar RECIST reakciju. Vienā nieru šūnu karcinomas pētījumā autori demonstrēja šādu kritēriju korelāciju ar “Izdzīvošana bez progresijas” un “Vispārēju izdzīvotību” [244]. Līdzīgus rezultātus nebija iespējams atkārtot Kanādas pētījumā, izmantojot sagraušanas/atkārtotas pildīšanās tehniku attiecībā pret “izdzīvošanu bez progresijas”, ko izvērtē ar RECIST metodi [237].

Franču multicentriskais pētījums ietvēra dažādus audzēju veidus, vidēji puse no tiem bija atrodami ārpus aknām (iekļauti vairāk kā 400 pacientu), piemēram, metastātiska nieru šūnu karcinoma, GIST, resnās zarnas vēzis, melanoma, krūts vēzis, hepatocelulāra karcinoma, ko ārstēja ar angiogēni inhibējošiem preparātiem, šī pētījuma galīgie rezultāti joprojām nav publicēti. Priekšlaicīgie rezultāti liecina, ka laukums zem līknes ir viena no pazīmēm, kas korelē ar atbildes reakciju uz terapiju pēc 6 mēnešiem veselīgiem un vājiem pacientiem [247], bet pilnīgi rezultāti vēl nav pieejami. Parādās pierādījumi, ka dinamisko ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadi ar atbilstošu aprīkojumu var izmantot uz terapiju reaģējošu un nereaģējošu audzēju diferencēšanā to agrīnākās stadijās nekā ar konvencionālo metožu palīdzību; tas, iespējams, pieļauj agrīnu terapijas korekciju, īpaši mainot ārstēšanas režīmu uz terapiju nereaģējošiem pacientiem. DCE-US tikusi apstiprināta Eiropas medicīniskās onkoloģijas biedrībā GIST bioloģiskās terapijas rezultātu izvērtēšanai [248].

Lietošanas rekomendācijas un indikācijas

Dinamisko ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadi var lietot metastātiskas GIST atbildes reakcijas uz bioloģisko terapiju novērtēšanā, kā arī citos metastātisku audzēju gadījumos, piemēram, nieru šūnu karcinomas gadījumā, specializētos centros ar atbilstošu programmatūru kontrasta signāla kvantitatīvai novērtēšanai (rekomendāciju līmenis: A; 1b)

23. Krūts dziedzeri

CEUS pielietojums krūts veidojumu diferencēšanai bija viens no pirmajiem šai metodei [249] un sākotnējie rezultāti bija ļoti daudzsoļi. Diemžēl šīs agrīnās cerības nav piepildījušās, neskatoties uz neskaitāmiem pētījumiem, izmantojot mūsdienīgas metodes [250] (to apkopojumu skatīt [251]), ieskaitot īslaicīgas uzkrāšanās metodes (mikroasinsvadu attēlošana) [252]. Nav identificētas specifiskas pazīmes, kas liecina par ļaundabīgumu. Krūts CEUS saglabā savu lomu pētniecībā, bet to nevar rekomendēt lietošanai rutīnas klīniskajā izmeklēšanā. Dažādu izpētes jomu vidū kontrastizmeklējumu kvantitatīvā izmeklēšana ir ar vislielāko potenciālu [253].

24. Virsnieres

Pagaidām nav zināmi CEUS kritēriji, kas ticami varētu diferencēt labdabīgus (endokrīni audzēji un adenomas) veidojumus virsnierēs no ļaundabīgiem, un CEUS specifiskums ļaundabīgo veidojumu diagnostikā bija zemāks par 70% [254]. Ļaundabīgi virsnieru audzēji var infiltrēt un nosprostot virsnieru vēnu. Audzēja tromba vaskularizāciju var vizualizēt, izmantojot ultrasonogrāfijas kontrastizmeklējumu un tādējādi attēlojot tā raksturu.

Izmantojot CEUS, var vizualizēt dažiem virsnieru audzējiem raksturīgo hipervaskularizāciju, piemēram, feohromocitomas gadījumā, kam tipiski raksturīgi nekrotiskas zonas bez kontrastējuma [255].

25 CEUS perspektīva un potenciālās izmantošanas iespējas nākotnē

25A. Dzemdniecība un ginekoloģija

25A.1 Dzemdniecība

Ultrasonogrāfijas kontrastvielas izmantošanai dzemdniecībā nav indikāciju, jo veikts nepietiekams pētījumu skaits un ir bailes no toksicitātes. Ir vecāki literatūras dati par lietošanu cilvēkiem, taču trūkst pēdējo gadu laikā veiktu pētījumu ar dzīvniekiem. Nav zināms, vai mikroloides šķērso placentu, lai gan tas šķiet maz ticams. CEUS lietošanas risks grūtnieču izmeklēšanai ir jāsamēro ar risku, veicot alternatīvus izmeklējumus. Iespējas šķiet ierobežotas un šis temats šeit netiek tālāk apskatīts.

25A.2 Ginekoloģija

25A.2.1 Dzemde

Pētījumos tika iekļauti dzemdes un dzemdes kakla audzēji [256], asins plūsmas atšķirības endometrija polipu un vēža pacientiem [257], CEUS izmeklējuma veikšana dzemdes artērijas embolizācijas laikā pie leiomiomu ārstēšanas [258]. Pagaidām neviens prospektīvais pētījums neapstiprina CEUS nozīmi dzemdes audzēju novērtēšanā un tāpēc nav pierādītu klīnisko indikāciju tās izmantošanai endometrija un miometrija izmeklēšanā.

25A.2.2 Piedēkļi

Diferencēšana starp labdabīgiem un ļaundabīgiem piedēkļu veidojumiem tika veikta, izvērtējot kontrastvielas izkliedi un doplerogrāfijas signālu kontrastēšanās kvantitatīvos parametrus, bet, par spīti dažām atsevišķo kritēriju vidējo vērtību atšķirībām, nevienai no pazīmēm nebija pietiekoša klīniskā potenciāla [259].

Izmantojot CEUS, dzemdes piedēkļu veidojumi, kas vizualizēti bez iekšējas kontrastvielas uzkrāšanās, vienmēr bija labdabīgi, un šī pazīme tika noteikta ar augstu iekšējo un starpnovērotāju atkārtojamību [258], taču kontrastēšanās klātbūtne nav specifiska malignitātes pazīme [256]. Dzemdes piedēkļu audzēju diagnostikā CEUS krāsu doplerogrāfijas precizitāti ievērojami neuzlabo [260]. Liels multicentrisks pētījums par piedēkļu ļaundabīguma noteikšanu, iekļaujot kvantitatīvās CEUS pazīmes, apstiprināja, ka, neskatoties uz augstāku statistisko precizitāti, CEUS nav pārāka par konvencionālo ultrasonogrāfiju [260]. Abām metodēm piemīt grūtības atšķirt labdabīgus un robežaudzējus.

Šobrīd nav rekomendētu klīnisku ginekoloģisku indikāciju CEUS lietošanai, neskatoties, ka kontrastēšanās trūkums piedēkļu veidojumos liecina par labdabīgu veidojumu (rekomendāciju līmenis: A;2b).

25B. Starpene

Starpenes ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu ir efektīva, viegli pieejama, bet pagaidām ne pārāk labi zināma diagnostikas metode. Starpenes ultrasonogrāfija ir īpaši noderīga, ja nav iespējams veikt klīnisko izmeklēšanu, endorektālo ultrasonogrāfiju vai MR ar endorektālu spirāli nevar tikt veiktas (piemēram, stipru sāpju dēļ pie zondes ievadīšanas). Ultrasonogrāfija starpenei ar kontrastvielas ievadīšanu prasa labas starpnes un sfinkteru anatomijas zināšanas. Pacienta sagatavošana nav nepieciešama. Iekaisušu un neoplastisku bojājumu lokalizācija ir jāapraksta attiecībā pret sfinkteru sistēmu. Fistulas US var tālāk tikt diferencētas kā intersfinkteriskas, transsfinkteriskas un ekstrasfinkteriskas. Konvencionālā B režīma starpnes ultrasonogrāfija nav piemērota kompleksu fistulu izmeklēšanai, jo tās jutība kompleksu zarotu struktūru izvērtēšanai ir neliela. Tomēr fistulu un abscesu diferencēšana, pielietojot perineālo ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu lielākajā daļā gadījumu ir iespējama, bet pagaidām pētījumi šajā jomā nav tikuši publicēti. Fistulas izplatību var izvērtēt, ievadot ultrasonogrāfijas kontrastvielu tās ārējā atverē. Veicot doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadi, salīdzinot ar iekaisumu, ir konstatēts augstāks audzēju rezistences indekss, bet nepieciešami tālāki pētījumi.

25C. Urīnpūslis

25C.1 Vispārīgā informācija

Pacientiem ar urīnpūšļa audzējiem neinvazīvās diagnostikas nozīme var būt liela, lai gan tā nevar aizstāt cistoskopiju un patoloģijas stadijas noteikšanu. Invāzijas dziļums urīnpūšļa sienā, histoloģiskā stadija un ekstravezikāla izplatība ir trīs galvenie faktori, kas nosaka prognozi un ārstēšanas pieeju.

25C.2 Izmeklēšanas procedūra

Optimāla urīnpūšļa pildīšanās (vidējo divas trešdaļas urīnpūšļa kopējā tilpuma) ir ārkārtīgi svarīga [261]. Nepietiekoša urīnpūšļa pildīšanās kavē bojājuma noteikšanu, kamēr pārmērīgas izplešanās rezultātā urīnpūšļa sieniņa saplāninās un samazinātā sieniņas slāņu redzamība un var padarīt grūtāku virspusēju audzēju un infiltrējošu bojājumu diferencēšanu. Pēc mikrolodīšu injicēšanas var diferencēt urīnpūšļa sieniņas slāņus.. Gļotāda un īpaši zemgļotādas slānis rāda agrīnas un intensīvas kontrastēšanās pazīmes, kas saglabājas 1-2 minūtes ilgi. Muskuļslānim raksturīga mazāka un vēlīnāka kontrastēšanās [261].

25C.3 Attēlu interpretācija

25C.3.1 Urīnpūšļa sienas veidojumu raksturojums

CEUS uzlabo intraluminālu ehogēnu veidojumu diferenciāldiagnozi, ļaujot noteikt audzējus, kas ir vaskularizēti un tādējādi kontrastējas [262], turpretī trombi nekontrastējas [263]. 35 pacientu, kuriem tikai veikta cistoskopiska biopsija, grupā bija atskaites standarts, ar CEUS audzēja esamība vai trūkums pareizi tika konstatēti 88% gadījumu [263].

25C.3.2 Urīnpūšļa audzēju stadijas noteikšana

CEUS ir pārāka pat konvencionālo B režīma ultrasonogrāfiju muskuļslāņa infiltrācijas noteikšanā [261], bet MR un DT ir izvēles attēldiagnostikas metodes lokālai urīnpūšļa audzēju stadijas noteikšanai. Mēģinājumi paredzēt audzēja stadiju, vadoties pēc kontrastēšanas CEUS, joprojām ir tēma izpētei [262].

25C.4 Ierobežojumi

Līdzīgi citām attēldiagnostikas metodēm vissvarīgākais CEUS ierobežojums urīnpūšļa audzēju diagnostikā ir to bojājumu diagnostika, kas mazāki par 1 cm. Plakanu, plātnītei līdzīgu bojājumu diagnostika var būt apgrūtināta, pat tad, ja tie ir lieli. Audzēja pozīcija var ietekmēt noteikšanas kvalitāti CEUS un tādā veidā arī stadijas noteikšanas precizitāti. Priekšējās urīnpūšļa daļas veidojumi reizēm ir grūti vizualizējami. Kolonnveida hipertrofija urīnpūšļa sienā tiek saistīta ar labdabīgu prostatas hipertrofiju, kas var atgādināt vai slēpt uroteliālus polipus, kā arī pašu prostatas hipertrofiju [261]. Labdabīgi veidojumi un fokāls cistīts ir cita rakstura retas patoloģijas, kas izpaužas ar fokālu urīnpūšļa sieniņas kontrastēšanos un var atgādināt ļaundabīgu veidojumu. CEUS arī nepiemīt panorāmas skatījums, kā tas ir pie MR un DT.

Kopumā visnoderīgākā CEUS izmantošanas iespēja ir urīnpūšļa vēža diferencēšana no trombiem pacientiem ar hematūriju, ja konvencionālajā B režīma ultrasonogrāfijā un doplerogrāfijā ir neskaidra atrade (rekomendāciju līmenis: C;2b). Pacientiem ar anatomiskiem stāvokļiem, kuru rezultātā ir pasliktināta urīnpūšļa vizualizācija, CEUS bieži nenodrošina vēlamu informāciju (rekomendāciju līmenis: X;5).

25D. Nieres transplantāts

Progresīva vaskulārā remodelācija transplantētā nierē dažādu iemeslu dēļ samazina nieru perfūziju lielākajai daļai allotransplantātu mazspējas gadījumu. CEUS ir potenciāls izmeklēt perfūzijas anomālijas nieru transplantātos un iegūt informāciju par asins plūsmu, kas pamatojas uz kontrastēšanās kvantitatīvo novērtēšanu vai devaskularizēto rajonu attēlošanu (pēdējai ir tāds pats nozīmīgums kā natīvajām nierēm, jo CEUS lietošana šai indikācijai var tikt apsvērta kā ieviesta lietošanai arī transplantētas nieres izmeklēšanai). Ir novērtētas dažādas kvantitatīvās pazīmes, kas visas saistītas ar pasliktinātu parenhīmas perfūziju (piemēram, garāks laiks līdz maksimumam, zemākas izskalošanas slīpnes, garāks galvenā tranzīta laiks) un ir saistītas ar sliktu transplantāta funkcionēšanas prognozi un izdzīvošanu [264].

Lai gan šie preliminārie rezultāti ir daudzsolīši, tālāki pētījumi ir nepieciešami, lai novērtētu, vai hemodinamisko izmaiņu noteikšana nieru transplantātos ietekmē pacientu ar slikti funkcionējošiem transplantātiem ārstēšanu; sekojoša kvantitatīva novērtēšana CEUS joprojām tiek apsvērta pētniecības tēma transplantātu novērtēšanā.

25E. Priekšdziedzera vēzis

Zemās jutības un specifiskuma dēļ (vidēji 50-60%) konvencionālās transrektālās B režīma ultrasonogrāfijas un doplerogrāfijas loma priekšdziedzera vēža diagnostikā ir ierobežota. Tomēr ir korelācija starp mikrasinsvadu blīvumu un priekšdziedzera vēža esamību, stadiju un dzīvildzi. Tāpēc tika mēģināts uzlabot diagnostiku, pielietojot transrektālu krāsu doplerogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu, dažos pētījumos ar šo metodi mērķtiecīgu biopsiju diagnostikas līmenis uzlabojās par gandrīz 50%, salīdzinot ar sistemātiskām biopsijām [265, 266]. Zema MI transrektāla ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu bija pieejama tikai nesēn, kad kontrasts specifiskiem izmeklējumiem tika ieviestas endokavitāras zondes. Priekšlaicīgie vienā no centriem veiktā pētījuma rezultāti apstiprināja doplerogrāfijas ar kontrastvielas ievadīšanu datus, neskatoties uz kontrastēšanās rajonu un citu pazīmju specifiskuma trūkumu [267-269]. Līdz šim iegūtie pierādījumi ar CEUS izmeklējumiem tomēr joprojām ir ierobežoti un nav pietiekami lietošanai klīniskajā praksē citos centros, tādēļ CEUS loma priekšdziedzera vēža diagnostikā jāapsver kā tēma tālākiem pētījumiem, cerot uz uzlabojumiem līdz ar jaunu tehnoloģiju pieejamību, kā 4D transrektāla ultrasonogrāfija ar kontrastvielas ievadīšanu.

25F. Aortokavāla fistula

Perioperatīva mirstība pie vēdera aortas aneirismas gadījumos, kas komplikējušies ar aortokavālu fistulu izveidi pacientiem, kam veikta atvērta ķirurģiska operācija, ir līdz pat 60% un papildu retroperitoneāla aneirismas ruptūra ievērojami palielina mirstību [270]. Diagnozi var noteikt, ar neinvazīvas testēšanas palīdzību, piemēram, ultrasonogrāfisku izmeklēšanu, iekļaujot CEUS, kas uzlabo fistulas gaitas vizualizāciju, to skaita noteikšanu, izvairoties no fāzu nobīdes (“*aliasing*”) artefaktiem un pārrakstīšanas (“*overwriting*”) artefaktiem, kas raksturīgi doplerogrāfijai.

25.G Brīvu audu transplantāti

25G.1. Vispārīga informācija

Brīvu lēveru transplantācija pie kompleksiem defektiem pēc traumām, audzēju rezekcijām, brūču dzīšanas traucējumiem, ir bijusi inovatīva ārstēšanas metode plastiskajā, rekonstruktīvajā un mikroķirurģijā, nodrošinot līdz šim neredzētu formas, funkcijas un apjoma nodrošināšanas potenciālu, koriģējot defektus jebkurā ķermeņa daļā. Tomēr, par spīti šīs tehnikas uzlabojumiem pēdējo gadu laikā, samazinoties vispārēju lēveru zaudējumam līdz skaitam, mazākam par kā 5-10%, brīvo lēveru zaudējums asinsrites pasliktināšanās dēļ saglabājas kā nopietna komplikācija. Agrīna asinsrites pasliktināšanās diagnostika un ātra revīzija var izglābt līdz 33-57% neveiksmīgu lēveru. CEUS piedāvā agrīnas diagnostikas iespēju [271-273].

25G.2 Izmeklēšanas procedūra

Tiek izmantotas standarta devas (2,4-4,8 mL SonoVue®) un ievadīšanas metodes, izvēloties augstfrekvences zondes (≥ 6 MHz), lai novērtētu mikrocirkulāciju ādā, zemādā un dziļākos brīvo lēveru slāņos. Papildus standarta vizuālai novērtēšanai tiek veikta padziļināta diagnostiska izvērtēšana ar kontrastspezifiskās datu apstrādes programmatūras palīdzību, iekļaujot laika intensitātes līkņu izveidošanu dažādiem audu slāņiem pēc demarkācijas dažādu interešu zonu kontrastēšanās kvantitatīvas novērtēšanas [274]. Pēcoperācijas laika intensitātes līknes analīze ļauj aprēķināt maksimālo vērtību un laiku līdz maksimālā kontrastējuma sasniegšanai un reģionālo asins apjomu. Eksportētās kino filmiņas padara iespējamu šīs pazīmes atspoguļot ar krāsu kodējumu, izmantojot tam paredzētu programmatūru [275,276].

25G.3 Attēlu interpretācija

25G.3.1 Pirmsoperācijas audu transplantātu plānošana

Brīvā transplantētā lēvera asinsvadi ir mazi (labākajā gadījumā 1-2 mm). Lai izvērtētu labi vaskularizētu lēveru proporcijas, ķirurģam jāzin precīzs šo asinsvadu skaits, gaita un atrašanās vieta, kā arī plūsma.

25G.3.2 Intraoperatīva attēldiagnostika

CEUS uzlabo perforatoru asinsvadu intraoperatīvu identifikāciju un palīdz noteikt anomāliju esamību. Ķirurģam ir jāpieņem precīzs lēmums, vai viss lēveris ir apasiņots un vai novērtētais lēvera izmērs ir pareizs.

25G.3.3 Pēcoperācijas audu transplantātu novērošana

Gadījumos, kad pastāv jebkāds šunta savienojums, barojošos asinsvadus vai anastomozes un paša transplantāta asinsvadus var pārbaudīt pat tad, ja asinsvadu diametrs ir ļoti sīks. CEUS var sniegt noderīgu informāciju par asinsrites pavājināšanos (tromboze, embolija, sagriešanās, samezglošanās vai kompresija) un vizualizēt veiksmīgu ķirurģisku korekciju [274,277].

25G.3.4 Kritiska brīvo lēveru mikrovaskularizācija

Starp normāli apasiņotiem audiem un lēveriem ar traucētu vaskularizāciju iespējams konstatēt ievērojamu atšķirību un noderīgākie parametri ir laiks līdz maksimumam, kā arī reģionālā asins plūsma [278]. CEUS un MR ar kontrastvielas ievadīšanu vidējais signālu pieaugums laika intensitātes līknē bija ievērojami augstāks pie normāli caursiņotu lēveru interešu zonām, salīdzinot ar lēveriem, kuros vaskularizācija ir traucēta [275,276,279,280]. Ar CEUS var precīzi novērtēt nekrozes zonu izmēru, analizējot visu lēveri. CEUS var agrīni noteikt hematomu vai seromu, kurās trūkst perfūzijas.

25G.4 Ierobežojumi

Galvenais ierobežojums lēvera perfūzijas novērtēšanā ir fakts, ka pēc bolus injekcijas CEUS nedod iespēju veikt tālāku novērošanu. Labāka metode var būt sekojoša infūzija, bet tā joprojām ir nepietiekami izmeklēta.

Kopumā augstas izšķirtspējas CEUS ir daudzsološa izmeklēšanas metode, ko lieto, lai apstiprinātu aizdomas par pavājinātu perfūziju brīvo audu transplantātos, kā arī tās cēloņa noteikšanā (rekomendāciju līmenis: B;2b).

25 H. Žultsceļu slimības

25 H.1 Vispārējā informācija

Žultspūšļa vaskularizācijas fāzes atšķiras no aknu fāzēm, jo asinsapgādi nodrošina cistiskā artērija nevis portālās vēnas zari. Arteriālai fāzei seko venozā kas ir īsāka nekā aknām.

25 H.2. Attēlu interpretācija

25 H.2.1 Akūts holecistīts

Akūta holecistīta gadījumā ir svarīga blakus esošās aknu parenhīmas abscesa pierādīšana vai izslēgšana, un to var noteikt ar CEUS, bet pagaidām ir ļoti maz publicēto datu. Žultspūšļa sienas pārtraukums liecina par perforāciju, ko apstiprina kontrastējuma uzkrāšanās trūkums perforētajā sienā.

25 H.2.2 Ekstrahepatiski biliāri audzēji

Kontrastēšanās trūkums žults pikā (žultspūslī vai dilatētajā žultsvadu sistēmā) ļauj atdiferencēt audzēju, kas CEUS gandrīz vienmēr krāj kontrastvielu.

Žultspūšļa karcinomas arteriālajā fāzē pastiprināti uzkrāj kontrastvielu, turpretī venozajā fāzē novēro samazinātu kontrastvielas uzkrāšanos. Labdabīgo procesu diferencēšana no ļaundabīgajiem galvenokārt nosaka klīniskās pazīmes, izmērs un polipu palielināšanās līdz >10 mm, kas ir indikācija holecistektomijai. Sarežģītāka apasiņošanas un kontrastēšanās veidu klasifikācija pie patoloģiskiem procesiem žultspūslī, ieskaitot tos, ko var vizualizēt CEUS, pagaidām nav ieviesta klīniskajā praksē un CEUS labdabīgu un ļaundabīgu žultspūšļa polipu diferencēšanā pašreiz nav nozīmes.

Vissvarīgākais CEUS un citu attēldiagnostikas metožu uzdevums ir noteikt infiltrāciju apkārtējā aknu parenhīmā un izslēgt aknu metastāzes.

Transabdominālajā CEUS savu lomu ekstrahepatiskas holangiokarcinomas diagnostikā nav pierādījusi, lai gan tikuši novēroti daudzsološi rezultāti, piemēram, sienuņas infiltrācijas dziļuma noteikšanā un apkārtējo audu izmeklēšanā, lietojot endoskopisko ultrasonogrāfiju ar kontrastvielas ievadīšanu. Intrabiliāra ultrasonogrāfijas kontrastvielas ievadīšana aprakstīta nodaļā 20.3.4.

26. CEUS izmantošana pacientiem ar nieru mazspēju

Jodu/gadolīniju saturošu kontrastvielu izmantošana DT un MR pacientus ar nieru mazspēju var pakļaut smagām komplikācijām [281,282]. Kreatinīna līmeņa noteikšana serumā un GFĀ aprēķināšana pirms kontrastvielas ievadīšanas ir obligāta pacientiem, kam iespējama nieru funkcijas pasliktināšanās (cukura diabēts, vecums >70 gadi, anamnēzes dati, kas liecina par iespējamu GFĀ samazināšanos, sastrēguma sirds mazspēja, intensīva diurētiķu lietošana, dehidratācija u.c.). Ir pieejamas vadlīnijas par izvairīšanos no jodu saturošu kontrastvielu inducētās nefrotoksicitātes [281]. Tomēr absolūtu pasargāšanu no nefrotoksicitātes garantēt nevar. Nefrotoksicitātes risks pie MR kontrastvielu lietošanas ir ļoti zems pat tādiem pacientiem, kam traucēta nieru funkcija. Tomēr šie preparāti var inducēt nefrogēno sistēmisko fibrozi, kas ir reta, bet smaga komplikācija [282]. Sistēmiskās nefrogēnās fibrozes risks atkarīgs no pacienta nieru funkcijas traucējumu līmeņa un preparāta veida (gadolīnija stabilitāte saistīta ar helātiem).

Tāpēc pacientiem ar nieru mazspēju iesaka izvēlēties alternatīvu attēldiagnostikas metodi, kurā netiek izmantotas jodu vai gadolīniju saturošas kontrastvielas. Tā kā ultrasonogrāfijas kontrastvielas nav nefrotoksiskas (nav nepieciešama nieru funkcijas izmeklēšana), CEUS jāapsver visos gadījumos, īpaši tad, ja tā piedāvā iespēju iegūt pietiekami diagnostisku informāciju, pat ar nereglementētu CEUS lietošanu palīdzību. Tas īpaši attiecas uz gadījumiem, kad jāizmeklē pacienti ar smagu nieru mazspēju, kur DT vai MR drīkst lietot tikai gadījumos, kad izmeklējumu rezultāti ir neskaidri un klīniski tie ir ļoti nepieciešami.

27. Tehniskie pielikumi

CEUS attēldiagnostikai izmantojamu sistēmu skaits pēdējo gadu laikā ir ievērojami pieaudzis un gandrīz visi ražotāji ieviesuši šo tehniku gan augsta līmeņa, gan daudzos gadījumos arī zemāka līmeņa iekārtās. CEUS izmantojamo attēldiagnostikas iekārtu tehniskās detaļas strauji un nepārtraukti attīstās, tāpēc jebkāda rakstītā informācija nebūtu pilnīga. Tādējādi ieteicams lasītājiem patstāvīgi piekļūt šiem datiem katra atsevišķā ražotāja, kas atbalstījuši šo projektu, mājaslapā. Saites var atrast EFSUMB mājaslapā (<http://www.efsumb.org/guidelines/ceus-manufacturers-links.pdf>), bet par to saturu atbildīgs ir attiecīgais ražotājs.