

e-ISSN: 2345-0592

Online issue

Indexed in *Index Copernicus*

Medical Sciences

Official website:

www.medicisciences.com



Point-Of-Care Ultrasound (POCUS): A New Tool In Diagnostic And Invasive Procedures

Žilvinas Jucius¹, Dovilė Barakauskaitė¹

¹Lithuanian University of Health Sciences, Academy of Medicine, Kaunas, Lithuania

Abstract

POCUS (Point-of-Care Ultrasound) is a new practice of diagnostics, also known as bedside ultrasound examination. Initially, it was used only for the diagnostics of free fluid in a patient with blunt trauma, but later it became popular in the diagnostics of other acute conditions. One of its main features is that the examination is performed by a physician that is treating the patient and raising the exact clinical question. Most often POCUS is used in emergency or intensive care units where the most important thing is to get a quick answer to a doctor's question. In case of acute respiratory failure, the ultrasound examination may exceed the chest radiography by its sensitivity and specificity. Such pathologies are usually characterized by specific artifacts so the knowledge of specialists is essential. It has already been proven that the POCUS examination that is performed by a well-trained emergency specialist in acute conditions can be as accurate as an abdominal ultrasound performed by a diagnostic specialist. The benefits of ultrasound are increasingly emphasized in shock diagnostics as well. Due to its wide range of applications, POCUS is also being used in certain invasive procedures. The use of ultrasound control during thoracentesis reduces the incidence of complications following this procedure. Ultrasound examination on the patient's bedside can also assist in the differential diagnosis, thus protecting the patient from an unnecessary incision in the cases of skin and soft tissue infections. While using POCUS, the changes can be seen and a clinical question can be answered in real-time. Patients are protected from ionizing radiation and delayed or inaccurate diagnosis. The main key to a successful ultrasound examination at the patient's bedside is the experience of the specialist. Properly interpreted medical history, physical examination data and POCUS results may lead to appropriate treatment that is initiated in the early stages of acute conditions.

Keywords: POCUS; ultrasound; diagnostics; emergency care; intensive care

Ultragarsinis ištyrimas prie ligonio lovos (angl. POCUS): naujas įrankis diagnostinių ir invazinių procedūrų metu

Žilvinas Jucius¹, Dovilė Barakauskaitė¹

¹Medicinos akademija, Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitetas, Kaunas, Lietuva

Santrauka:

POCUS (angl. Point-of-Care Ultrasound) - tai nauja diagnostikos kryptis, kuri lietuviškai vadinama ultragarsiniu ištyrimu prie ligonio lovos. Iš pradžių naudotas tik laisvo skysčio diagnostikai buką traumą patyrusiems pacientams, netrukus šis tyrimas išpopuliarėjo ir kitų ūminių būklių diagnostikoje. Vienas iš pagrindinių jo bruožų yra tas, jog tyrimą atlieka pacientą gydantis ir tikslų klinikinį klausimą iškėlęs gydytojas. Dažniausiai POCUS yra naudojamas skubios pagalbos ar intensyvios terapijos skyriuose, kur atsakymą į gydytojui iškilusį klausimą gauti greitai yra itin svarbu. Esant ūminiam kvėpavimo nepakankamumui, ultragarsinis tyrimas savo jautrumu ir specifiskumu gali pranokti apžvalginę krūtinės ląstos rentgenogramą. Diagnozuojant šią būklę ultragarso pagalba yra itin svarbi specialisto kompetencija, kadangi tokioms patologijoms dažniausiai yra būdingi specifiniai artefaktai, o ne tiesiogiai matomi pokyčiai. Jau įrodyta, kad esant gerai apmokytiems skubios pagalbos specialistams, POCUS tyrimas gali būti toks pat tikslus, kaip ir diagnostikos srityje dirbančio specialisto atliktas pilvo srities ultragarsinis tyrimas ūmių būklių atveju. Ultragarso tyrimo privalumai vis dažniau pabrėžiami ir šoko diagnostikoje. Dėl plačių pritaikymo galimybių POCUS naudojamas ir atliekant tam tikras invazines procedūras. Taikant ultragarso tyrimo kontrolę pleuros punkcijos metu, sumažėja komplikacijų po šios procedūros dažnis. Ultragarsinis tyrimas prie ligonio lovos gali padėti ir diferencinėje diagnostikoje, taip apsaugant pacientą nuo nereikalingos incizijos odos ir minkštųjų audinių infekcijų atvejais.

Atliekant POCUS, matyti pakitimus ir gauti atsakymą į klinikinį klausimą galima realiu laiku. Pacientai yra apsaugomi nuo jonizuojančios spinduliuotės ir pavėluotos ar netikslios diagnozės. Svarbiausia sąlyga sėkmingai atliktam ultragarsiniam ištyrimui prie ligonio lovos yra specialisto kompetencija. Tinkamai interpretavus anamnezę, fizinio ištyrimo duomenis ir POCUS rezultatus, tinkamas gydymas gali būti pradėtas esant ankstyvajam ūmių būklių periodui.

Raktiniai žodžiai: POCUS; ultragarsinis tyrimas; diagnostika; skubi pagalba; intensyvi terapija

Įvadas

Tobulėjant medicininei technikai, ultragarsiniai aparatai tapo mažesni ir lengviau transportuojami, todėl atsirado galimybė tirti ligonius ne tik specialistų kabinetuose, bet taip pat ir prie ligonio lovos [1, 2]. Tai nauja diagnostikos kryptis, kuri lietuviškai vadinama ultragarsiniu ištyrimu prie ligonio lovos, o užsienio mokslinėje literatūroje - POCUS (angl. Point-of-Care Ultrasound) [1, 2]. Iš pradžių šis tyrimo metodas buvo naudojamas skubios pagalbos skyriuose aptikti laisvam intraperitoniniam skysčiui politrauminiams pacientams, tačiau įvertinus jo vertę ankstyvuojų laikotarpiu diagnozuojant kritines būkles, tokio ultragarsinio tyrimo panaudojimo indikacijos buvo išplėtos [1, 3, 4]. Dėl galimybių plačiai pritaikyti šį tyrimą, jis tapo įprastas daugelio gydytojų kasdienėje praktikoje ne tik diagnozuojant pavojingas būkles, bet taip pat atliekant ir tam tikras invazines procedūras [34, 38, 39]. Šiuo metu jis itin populiarius skubios pagalbos ir intensyvios terapijos skyriuose, kuriuose sprendimai turi būti priimami greitai [1]. Auksiniu standartu laikomas specialisto atliekamas ultragarsinis tyrimas ir tikslinis ultragarsinis tyrimas prie ligonio lovos turi skirtumų [34]. Pirmiausia, POCUS metu yra bandoma atsakyti į konkrečius klausimus, kai tuo tarpu radiologo ar kito specialisto atliekamo ultragarsinio ištyrimo metu yra vertinama visa tiriamoji anatomicinė sritis [34]. Taip pat, POCUS yra atliekamas gydančio gydytojo kuris iškėlė klinikinį klausimą, o ne kito specialisto [35]. Šis diagnostikos įrankis ne tik padeda atsakyti į konkrečius klausimus, tačiau yra vertingas ir diferencinėje diagnostikoje, pavyzdžiui absceso ir celiulito [5, 36]. POCUS gali būti naudingas norint ne tik kuo greičiau nustatyti kvėpavimo nepakankamumą, pilvo skausmą ar šoką sukėlusias priežastis, bet taip pat ir atliekant invazines procedūras, tokias kaip cetrinių venų kateterizavimas bei pleuros ertmės punkcija [1, 2, 26, 38, 47]. Šiandien jau yra įrodyta, jog POCUS gali būti puikus diagnostinis metodas jį atliekant net ir ne radiologams [12]. Pagrindinė sėkmingo šio tyrimo atlikimo sąlyga – jį atliekančio specialisto kompetencija, kadangi yra reikalingos gilios žinios apie patologijoms

būdingus pakitimus bei jų atsiradimo mechanizmus [1].

Šio straipsnio tikslas – aptarti POCUS galimybes bei būdingus radinius skirtingų ūmių būklių diagnostikoje ir įvertinti jo pritaikymo perspektyvas tam tikrų invazinių procedūrų metu.

Ūminis kvėpavimo nepakankamumas

Ūminis kvėpavimo nepakankamumas – tai klinikinis sindromas, kai sutrikus dujų apykaitai plaučiuose, ligonio būklė per kelias valandas gali tapti kritinė. Dėl šios priežasties yra siekiama kuo greičiau nustatyti tokią būklę sukėlusias priežastis bei jas pašalinti. Svarbu išsiaiškinti paciento anamnezę, atlikti fizinių ištyrimą bei diagnostinius testus, tokius kaip pulsoksimetriją ar arterinio kraujo dujų tyrimą. Į tyrimų sąrašą įeina ir krūtinės ląstos rentgenograma, kuri, naudojant mobilius rentgeno aparatus, gali būti atliekama ir prie ligonio lovos. Tačiau ne visiškai apžvalginis rentgenogramų tikslumas parodė, jog reikalingas kitas jautresnis ir specifiškesnis tyrimo metodas [6, 7]. Ilgą laiką manyta, jog dėl didelio plaučių oringumo ultragarsinis tyrimas nėra tinkamas, kadangi oras mažina ultragarsinių bangų skvarbą ir taip vaizdų kokybė tampa prastesnė [2]. Tačiau esant patologinėms būklėms, normalus audinys plaučiuose yra pakeičiamas eksudatu, pūliais, krauju ir tokius pokyčius naudojant ultragarsinį tyrimą vertinti galima [2]. Patologijos plaučiuose gali būti diagnozuojamos ne vien sprendžiant iš tiesiogiai matomų vaizdų, tačiau taip pat ir vertinant matomus ultragarsinius artefaktus. Būtent šis atradimas padarė proveržį plaučių ultragarsinėje diagnostikoje [2]. Lyginant su standartinė rentgenograma, plaučių ultragarsinis ištyrimas yra pranašesnis tokių būklių diagnostikoje, kaip pneumotoraksas, pneumonija, skystis pleuros ertmėje ar esant intersticinėms plaučių ligoms [8, 9, 10]

Atliekant ultragarsinį plaučių tyrimą prie ligonio lovos, pacientas yra gulimoje arba sėdimosje pozicijoje [11]. Normaliai plaučių audinys nėra matomas, o išvados apie patologines būkles yra

daromos vertinant kiekvienai iš jų būdingus artefaktus [11].

Esant plaučių edemai randamos B linijos [11, 20]. Tai artefaktai, kurie dar kitaip vadinami "plaučių raketomis" ir yra matomi kaip hiperechogeniškos, vertikalios, kylančias raketas primenančios linijos [11]. Jų skaičius atspindi plaučių edemos ryškumą, o kiekio mažėjimas gydymo dinamikoje nurodo gerėjančią paciento būklę [20]. Taip pat lokalizuotos B linijos būdingos esant plaučių sumušimui ar kitokios kilmės krūtinės traumoms [11].

Pneumotoraksui yra būdingos A linijos, kurios yra matomos kaip horizontalios hiperechogeniškos linijos bei plaučių taškas, kuris nurodo pneumotorakso ribą [18]. Pleuros linijos judėjimo (angl. 'lung sliding') ir B linijų esant šiai patologijai nebūna [18]. Matant A linijas be pleuros linijos judėjimo, jautrumas ir prognostinė neigiamo testo vertė yra 100% [19]. Infekcijos sukeltas kvėpavimo nepakankamumas gali taip pat būti diagnozuotas ultragarsinio tyrimo metu, kadangi esant šiai būklei mažai echogeniška plaučių parenchima yra pakeičiama pūlingomis infiltracijomis, kurios būna hiperechogeniškos [11].

Pneumonijos atveju sumažėja plaučių oringumas ir padidėja skysčių kiekis, kuris matomas kaip plaučių konsolidacijos židiny [21]. Kuo konsolidacijos židiny yra arčiau pleuros, tuo geriau jis yra matomas ultragarsinio ištyrimo metu [21]. Esant pneumonijai, gali būti matomas heterogeniškas ar hiperechogeniškas, netaisyklingais kraštais židiny, kuris primena ultragarsinį kepenų audinio vaizdą [11]. Svarbu nepamiršti sieti matomus ultragarsinius pakitimus su ligonio klinika bei laboratoriniais tyrimais [11].

Su širdies nepakankamumu, pneumonija, onkologinėmis ligomis ir kitomis ūmiomis būklėmis siejamas skysčio atsiradimas pleuros ertmėje taip pat sėkmingai gali būti diagnozuojamas pasitelkiant ultragarsinį ištyrimą [22]. Tyrimai parodė, jog ultragarsinis tyrimas gali būti pranašesnis už rentgenografiją esant šiai būklei, nes gali aptikti net 20 ml skysčio sancaupą [22, 23]. Matomas skystis gali būti anechogeniškas, kompleksinis su pertvaromis arba be jų ir hiperechogeniškas [25].

Ultragarsinis plaučių ištyrimas prie ligonio lovos galėtų padėti sumažinti atliekamų rentgenogramų ir kompiuterinių tomografijų skaičių ir tokiu būdu būtų prarandama mažiau laiko atliekant šiuos sudėtingesnius diagnostinius tyrimus, pacientai būtų apsaugoti nuo apšvitos ir taip pat būtų sutaupoma sveikatos priežiūrai skirtų lėšų [7].

Ūmus pilvo skausmas

Pilvo skausmą išsakantys pacientai priėmimo skyriuose yra dažni. Tokia klinika gali pasireikšti daug skirtingų būklių ir diferencinė diagnostika gydytojui tampa iššūkiu. Ultragarsinis ištyrimas tokiems pacientams taikomas rutiniškai ir dažniausiai yra atliekamas gydytojo radiologo. 2014 metais Jang ir kiti nustatė, jog priėmimo skyriuje skubios medicinos gydytojo atliktas tyrimas turi didelę reikšmę diagnostikai ir gydymui pacientams su nespecifiniu pilvo skausmu [13]. Naudojantis POCUS galima diagnozuoti ne tik laisvą skystį, orą, žarnų obstrukciją, bet taip pat ir sudėtingesnes patologijas, tokias kaip apendicitas ar divertikulitas [1].

Prieš atlikdamas tyrimą, gydantis gydytojas turėtų įtarti konkrečią patologiją ir jos tikslingai ieškoti [1]. Svarbu pasirinkti ir tinkamą daviklio sekų dažnį – žemų dažnių sekos (2 – 5 MHz) tinkamos norint įvertinti giliai esančius organus, aukšto dažnio sekos (10 – 12 MHz) – paviršinius [1]. Aukšto dažnio sekoms taip pat būdinga geresnė vaizdų kokybė [1].

Pasitelkiant POCUS galima diagnozuoti laisvą intraperitoninį skystį [14, 15]. Tačiau vienas iš šio tyrimo trūkumų – galima konstatuoti tik faktą, jog skystis yra, kadangi diferencijuoti tarp ascito, kraujo ar kitų skysčių nėra įmanoma [1]. Ankstyvas laisvo oro pilvaplėvės ertmėje aptikimas gali turėti didelę įtaką paciento gydymo taktikai ir išgyvenamumui [28]. Šią patologiją geriausiai įrodo tokie radiniai, kaip sustiprėjęs pilvaplėvės juostos ženklas (angl. enhanced peritoneal stripe sign), oro judėjimas keičiant paciento poziciją (angl. shifting phenomenon) ir atspindžio artefaktai (angl. reverberation artifact) [28]. Norint diagnozuoti šią patologiją taip pat yra svarbi paciento padėtis – iš pradžių tyrimas atliekamas pacientui gulint,

didesnį dėmesį skiriant viršutiniams pilvo kvadrantams, o esant galimybei - tyrimą atlikti ir pacientui gulint ant kairiojo šono [1, 29, 30].

Žarnų obstrukcija taip pat yra pavojinga gyvybei būklė, kuri dažniausiai yra diagnozuojama pirmiausia atlikus apžvalginę pilvo rentgenogramą [17]. Tačiau tyrimai parodė, jog šis diagnostikos metodas užima daug laiko ir dėl jonizuojančios spinduliuotės gali būti kenksmingas tokioms pacientų grupėms, kaip nėščios moterys ar vaikai [31]. Dėl šios priežasties ultragarsiniam tyrimui teko vis svarbesnis vaidmuo, kadangi jis yra patogus ir būklę galima diagnozuoti prie ligonio lovos. Atliekant tyrimą svarbu iširti visą pilvo plotą, kad būtų įvertintas ir plonasis, ir storasis žarnynas [16]. Normaliai žarnos matomos kaip hipoechogeniškas cirkuliarus raumenų sluoksnis, kuris supa hipoechogenišką, izoechogenišką arba hiperechogenišką turinį [1]. POCUS padeda atsakyti į diagnostikoje svarbus klausimus – ar yra obstrukcija, ar ji funkcinė ar mechaninė, obstrukcijos lokalizacija ir ar yra indikacijos skubiam chirurginiam gydymui, iš kurių viena yra žarnų nekrozė [16]. Esant plonųjų žarnų nepraeinamumui matomas kilpų išsiplėtimas, sustorėjusi žarnų sienelė (daugiau nei 3 mm), suaktyvėjusi arba sulėtėjusi peristaltika, išsiplėtusios žiedinės raukšlės [16].

Įtariant ūminį apendicitą yra naudojamas linijinis daviklis [1]. Pagrindinis tiesiogiai matomas pokytis yra kirmėlinės ataugos sustorėjimas daugiau nei 6 mm [1]. Kiti požymiai gali būti tokie kaip aplinkinių audinių infiltracija, riebalinio audinio hiperechogeniškumas, absceso formavimasis, mezenterinių limfmazgių padidėjimas [27]. Esant divertikulitui, būdingas žarnų sienelių sustorėjimas daugiau nei 4 mm ir aplinkinio riebalinio audinio infiltracija [41].

Vienas iš svarbiausių pilvo ultragarsinio tyrimo prie ligonio lovos privalumų yra tas, jog jis gali būti dinamikoje kartojamas tiek kartų, kiek yra reikalinga [1]. Naudinga ir tai, jog patologijos galima tiksliai ieškoti skausmingiausioje pilvo vietoje [40]. Esant nenutukusiems pacientams toks ultragarsinis tyrimas yra pirmasis, kurį galima atlikti ankstyvajame ligos periode [40]. Tinkamai paruošus kompetetingus specialistus, POCUS gali būti puikus įrankis, papildantis

klinikinį ištyrimą ir padedantis priimti sprendimus dėl reikalingo skubaus gydymo [2].

Šokas

Šokas – tai ūmi organizmo būklė, pasireiškianti kraujotakos sutrikimu gyvybiškai svarbiuose organuose. Priklausomai nuo jį sukėlusių priežasčių, šis sindromas skirstomas į hipovoleminį, kardiogeninį, obstrukcinį bei distribucinį (septinį). Pacientai, patyrę šią ūmią būklę yra neatskiriama skubios pagalbos gydytojo bei gydytojo reanimatologo kasdienybės dalis. Kadangi nuo 20 iki 50% šokų atvejų yra įvardijami kaip gyvybei grėsmingos būklės, šio sindromo diagnostika privalo būti greita, tiksli, neinvazyvi ir kuo paprastesnė bei suprantamesnė ją atliekančiam gydytojui [42]. Geriausiai šiuos epitetus atitinka dvejį POCUS protokolai: RUSH (angl. Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension), naudojamas netrauminiams pacientams, kurių šoko priežastis nėra aiški ir eFAST (angl. Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma), skirtas traumą patyrusiam pacientui bei galimam hemotoraksui ar pneumotoraksui nustatyti. Pokyčiai, matomi skirtingos etiologijos šokų metu pateikti 1 lentelėje.

RUSH protokolas pirmą kartą buvo pristatytas 2006 m. Scott D. Weingart [43] vadovaujamos komandos bei vėliau publikuotas 2009 m. Šis protokolas buvo suprojektuotas skubios pagalbos gydytojams greitai ir lengvai (mažiau nei per 2 min.) įvykdyti ultragarso protokolą (angl. US protocol) [43]. Dabar RUSH yra vienas iš patikimiausių metodų tiriant netrauminį šoką patyrusį pacientą ar nustatant neaiškios kilmės hipoteziją. Tyrimo metu naudojami dvejų tipų ultragarso davikliai: sektorinis fazinis masyvo (3,5 - 5 MHz) bei linijinis daviklis (7,5 - 10 MHz) [44]. Visa RUSH esmė susideda iš akronimą ŠA-MAP (angl. HI-MAP): vertinama širdis (angl. heart), apatinė tuščioji vena (angl. inferior vena cava), Morisono kišenės (angl. Morison's pouch), aorta (angl. aorta) ir galimas pneumotoraksas (angl. pneumotorax) [43]. Širdies vertinimui naudojamas sektorinis fazinis masyvo daviklis (3,5 - 5 MHz), pasirenkama vieta kairėje krūtinkaulio pusėje, trečiajame ir ketvirtajame tarpšonkauliniuose tarpuose [43,

44]. Perikarde ieškoma skysčio, galimos tamponados, vertinamas kairiojo skilvelio kontraktiškumas, dešinioji skilvelio dilatacija ar deformacija [45]. Apatinė tuščioji vena taip vertinama pasitelkus sektorinį fazinį masyvo daviklį (3,5 - 5 MHz) [43]. Tinkamiausia apatinės tuščiosios venos apžiūros su ultragarsu vieta yra žemiau kardinės krūtinkaulio ataugos (lot. Processus xiphoideus), daviklį slenkant į paciento dešinę pusę apie 1 - 2 cm [45]. Savaiame kvėpuojantiems pacientams (tyrimas netaikomas intubuotiems pacientams) vertinama apatinė tuščioji vena, matuojamas venos skersmuo ir skersmens pokytis įkvėpimo metu (galima gana tiksliai nustatyti centrinį veninį spaudimą) [46]. Morisono kišenių apžiūrai taip pat naudojamas sektorinis fazinio masyvo daviklis (3,5 - 5 MHz), stebimas tarpas tarp kepenų ir dešiniojo inksto bei tarp kairiojo inksto ir blužnies [43, 44]. Slenkant davikliu paciento galvos link, galima vertinti abejose pleuros pusėse esantį skystį [45]. Aorta apžiūrima 3,5 - 5 MHz davikliu slenkant nuo kardinės krūtinkaulio ataugos (lot. Processus xiphoideus) link bambos. Aorta vertinama keturiuose lygiuose: iš karto po širdimi, prieš ir po inkstų arterijos atsišakojimo bei dešinėje nuo klubinės arterijos atsišakojimo [45]. Vertinamas aortos skersmuo: norma yra kuomet skersmuo iki 3 cm, o skersmeniui esant daugiau nei 5 cm įtariama, jog šoką sukėlė aortos aneurizmos plyšimas (dažniausiai aneurizmos plyšta žemiau inksto arterijos atsišakojimo) [44]. Viena esminių RUSH protokolo galimybių – pneumotorakso, kaip jatrogeninės komplikacijos, nustatymas. Apžiūrimas 3 - 5 tarpšonkaulinis tarpas bei vidurinė raktikaulio linija. Šios apžiūros metu naudojamas kitoks, nei prieš tai RUSH protokole naudoti davikliai - 7,5 - 10 MHz linijinis daviklis. Pneumotoraksą galima įtarti, jei M režimu stebint minėtuosius anatominius taškus matomas vientisas „bangų vandenyne“ vaizdas [45].

Skirtingai nei RUSH protokolas, FAST yra tinkamas tirti traumą patyrusį pacientą [47, 48]. FAST yra sukurtas įvertinti hemoperitoneumą ir hemoperikardą. Daugybė studijų parodė, kad tyrimo jautrumas yra nuo 85% iki 96%, o specifiškumas viršija 98% [49]. Pacientų, esančių hipotenzijoje po traumos, pogrupyje FAST tyrimo jautrumas artėja prie 100% [49].

Neseniai daugelis institucijų į savo skubios pagalbos po traumos algoritmus įdiegė išplėstinį FAST (eFAST) protokolą. eFAST tiria kiekvieną hemotoraksą, ar nėra hemotoraksų ir pneumotoraksų. Tyrimui naudojamas ultragarso pilvinis (3,5 - 5 MHz) daviklis.

eFAST metu tiriami ir vertinami pagrindiniai taškai, padedantys nustatyti įtariamą patologiją: 1) dėl numanomo pneumotorakso ir hemotorakso pleura vertinama kairėje ir dešinėje; 2) dėl galimo skysčio perikarde bei širdies tamponados, vertinamas vaizdas po kardine krūtinkaulio atauga (lot. Processus xiphoideus); 3) vertinama viršgaktinė sritis, kurioje ieškoma laisvo skysčio dubenyje [47]. Įvertinus matomus pakitimus, renkama tolimesnė gydymo taktika ir gydytojų komandos veiksmai.

Taigi, tinkamai paruošus skubios pagalbos gydytojus, gydytojus reanimatologus bei turint tinkamą įrangą, RUSH ir eFAST protokolų taikymas gali padėti diagnozuoti šoką sukėlusias priežastis ne transportuojant pacientus į KT kabinetą, o atliekant tyrimą realiu laiku prie paciento lovos.

Lentelė 1. Pokyčiai, matomi skirtingos etiologijos šokų metu [45].

Anatominė struktūra, kurioje matomas pokytis	Šoko rūšis			
	Hipovoleminis	Kardiogeninis	Obstrukcinis	Distribucinis (septinis)
	Pokyčiai, matomi POCA metu			
Širdis	Hiperkontraktiška širdis; sumažėjusio dydžio širdis	Hipokontraktiška širdis; išsiplėtusi širdis	Skystis perikarde; dešiniojo skilvelio perkrova; hiperkontraktiška širdis	Hipokontraktiška širdis (vėlyvas sepsis); hiperkontraktiška širdis (ankstyvas sepsis)
Apatinė tuščioji vena; vidinė jungo vena	Suplokštėjusios ATV ir VJV	Išsiplėtusios ATV ir VJV	Išsiplėtusios ATV ir VJV	Normalios arba suplokštėjusios ATV ir VJV
Pleuros ertmė; pleura	Skystis pleuros ertmėje	Skystis pleuros ertmėje	Pneumotoraksas	Pleuros empyema; skystis pleuros ertmėje
Plaučiai		B linijos		
Aorta	Plyšusi aortos aneurizma, aortos disekacija			

POCUS pritaikymas invazinių procedūrų metu

Siekiant saugiai ir efektyviai atlikti minimaliai invazines procedūras, ultragarsinis tyrimas pradėtas taikyti ir jų metu.

Pleuros ertmės punkcijos ultragarso pagalba metu gali būti naudojamos dvi skirtingos technikos: ištyrus pacientą prieš procedūrą ir pasižymėjus punkcijai tinkamiausią vietą arba ultragarso kontrolėje realiu laiku sekant punkcinės adatos lokalizaciją [24]. Šio tyrimo pagalba randama tinkamiausia vieta atlikti punkciją ir parenkamas geriausias gylis, kad nebūtų pažeisti vidaus organai [24]. Ultragarso tyrimo naudojimas pleuros ertmės punkcijos metu sumažina komplikacijų, tokių kaip pneumotoraksas, dažnį ir padidina sėkmingo skysčio pašalinimo tikimybę [26].

Toks skubios diagnostikos metodas kaip POCUS gali būti naudojamas ir įtariant meningitą, kadangi esant bakteriniam sukėlėjui pavėluota šios ligos diagnostika didina mirtingumą [33]. Esant tinkamai įrangai ir apmokytam personalui, atlikti lumbalinę punkciją ultragarso kontrolėje yra rekomenduojama visiems pacientams – net ir tiems, kurių anatominiai orientyrai yra lengvai randami [32]. Tokia taktika sumažina adatos krypties keitimo ir pakartotinių įdūrimų skaičių [32].

POCUS gali būti naudingas ir absceso diagnostikoje bei gydyme. Atlikus POCUS prieš įtariamo absceso inciziją, padidėja tikimybė išvengti klaidų diferencinėje diagnostikoje tarp celiulito ir absceso [36]. Rekomenduojama apsvarstyti šio tyrimo galimybę esant neaiškiai odos ar minkštųjų audinių infekcijai, nes taip pacientas gali būti apsaugotas nuo nereikalingos incizijos ir drenavimo [37].

Padidėjusio intravaskulinio skysčio tūrio matavimas yra viena iš dažniausiai reikalingų intervencijų trauminiams bei ūmios kritinės būklės pacientams ir šis matmuo vertinamas matuojant centrinį veninį spaudimą (CVS). Norint išmatuoti CVS, būtina centrinės venos kateterizavimo procedūra, kuri yra labai invazyvi bei gali sukelti rimtų komplikacijų, tokių kaip pneumotoraksas, infekcija, hematoma ir kt. [50]. Siekiant išvengti šių galimų būklių, CVS matavimui vis dažniau renkama POCUS [46]. Vertinant apatinės tuščiosios venos skersmens pokyčius įkvėpimo metu, galima gana tiksliai nustatyti CVS taip išvengiant intervencijos [46]. Augant anesteziologo svarbai vykdant paciento priežiūrą prieš ir po operacijų, daugelis institucijų pradeda integruoti išsamias POCUS mokymo programas į savo rezidentūros studijas [52, 53]. Sveikatos priežiūros tyrimų ir kokybės agentūra (angl. Agency for Healthcare Research and Quality) rekomendavo ultragarsinį tyrimą kaip pagrindinę priemonę, padedančią sumažinti komplikacijų riziką ir leidžiančią gydytojams anesteziologams greičiau nustatyti gyvybei pavojingos ligos priežastį [54]. JAV ir Kanadoje POCUS mokoma naudoti iš esmės beveik visose anesteziologijos rūšyse: atliekant centrinę neuraksialinę blokadą, periferinių nervų blokadą bei apžiūrint galimus prieigos prie kraujagyslių taškus [51]. Ir nors POCUS galėtų pakeisti daugelio intervencinių procedūrų atlikimo techniką bei pagerinti jos kokybę, ši metodika vis dar netapo standartine daugumos anesteziologijos rezidentūros programų dalimi ir dar nėra sistemingai dėstoma daugelyje didelių specializuotų medicinos mokymo centrų [54].

Apibendrinimas

POCUS yra saugus, lengvai prieinamas ir kontraindikacijų jį taikyti neturintis diagnostikos įrankis, galintis papildyti tradicinį paciento ištyrimą bei leisti priimti skubius sprendimus. Jo pritaikymas galimas ne tik diagnostikoje, bet ir atliekant invazines procedūras. Tinkamas skubios pagalbos ir intensyvios terapijos gydytojų paruošimas yra pagrindinis raktas į sėkmingą šio ultragarsinio tyrimo metodo taikymą kasdienėje praktikoje.

Literatūros sąrašas

1. Abu-Zidan, F.M., Cevik, A.A. Diagnostic point-of-care ultrasound (POCUS) for gastrointestinal pathology: state of the art from basics to advanced. *World J Emerg Surg* 13, 47 (2018). <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0209-y>
2. Nicholas Smallwood, Martin Dachsels. Point-of-care ultrasound (POCUS): unnecessary gadgetry or evidence-based medicine?. *Clin Med (Lond)* 2018 Jun; 18(3): 219–224. doi: 10.7861/clinmedicine.18-3-219
3. Abu-Zidan FM, Zayat I, Sheikh M, Mousa I, Behbehani A. Role of ultrasonography in blunt abdominal trauma: a prospective study. *Eur J Surg.* 1996;162:361–5.
4. Abu-Zidan FM, Idris K, Khalifa M. Strangulated epigastric hernia in a 90-year-old man: point-of-care ultrasound (POCUS) as a saving kit: case report. *Int J Surg Case Rep.* 2016;22:19–22.
5. Melgarejo S, Schaub A, Noble VE. Point of Care Ultrasound: An Overview. *American College of Cardiology*, Oct. 31, 2017.
6. Greenbaum DM, Marschall KE. The value of routine daily chest X-rays in intubated patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* 1982; 10:29–30
7. Lichtenstein D, Goldstein G, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004; 100:9–15
8. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38(4):577–91.
9. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C. Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis. *Chest.* 2012;141(3):703–8.
10. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, Gigli C, Betti L, Bartolucci M, et al. Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of

- consolidations when compared to chest computed tomography. *Am J Emerg Med.* 2015;33(5):620–5.
11. Alan Taylor; Maria C. O'Rourke. Thoracic and Lung Ultrasound. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500013/>
 12. Zielke A, Hasse C, Bandorski T, Sitter H, Wachsmuth P, Grobholz R, Rothmund M. Diagnostic ultrasound of acute colonic diverticulitis by surgical residents. *Surg Endosc.* 1997;11:1194–7.
 13. Jang T, Chauhan V, Cundiff C, Kaji AH. Assessment of emergency physician-performed ultrasound in evaluating nonspecific abdominal pain. *Am J Emerg Med.* 2014;32:457–60.
 14. Abu-Zidan FM, Hefny AF. Point-of-care ultrasound in critically-ill patients. In: Di Saverio S, Catena F, Ansaloni L, Coccolini F, Velmahos G, editors. *Acute care surgery handbook*. First ed. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 335–60.
 15. Mohammad A, Hefny AF, Abu-Zidan FM. Focused assessment sonography for trauma (FAST) training: a systematic review. *World J Surg.* 2014;38:1009–18.
 16. Hefny AF, Corr P, Abu-Zidan FM. The role of ultrasound in the management of intestinal obstruction. *J Emerg Trauma Shock.* 2012;5:84–6.
 17. Silva AC, Pimenta M, Guimarães LS. Small bowel obstruction: What to look for. *Radiographics* 2009;29:423-39.
 18. Lubna F Husain, Laura Hagopian, Derek Wayman, William E Baker, Kristin A Carmody. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *J Emerg Trauma Shock.* 2012 Jan-Mar; 5(1): 76–81. doi: 10.4103/0974-2700.93116
 19. Lichtenstein, D., Mezière, G., Biderman, P. et al. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25, 383–388 (1999) doi:10.1007/s001340050862
 20. Facchini C, Malfatto G, Giglio A, et al. Lung ultrasound and transthoracic impedance for noninvasive evaluation of pulmonary congestion in heart failure. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2015. [Epub ahead of print]. 10.2459/JCM.0000000000000226
 21. Blaivas, M. (2012), Lung Ultrasound in Evaluation of Pneumonia. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 31: 823-826. doi:10.7863/jum.2012.31.6.823
 22. Nilam J. Soni, Ricardo Franco, Maria I. Velez, Daniel Schnobrich, Ria Dancel, Marcos I. Restrepo, Paul H. Mayo. Ultrasound in the Diagnosis & Management of Pleural Effusions. *J Hosp Med*. Author manuscript; available in PMC 2016 Dec 1.
 23. Rahman NM, Singanayagam A, Davies HE, Wrightson JM, Mishra EK, Lee YC, et al. Diagnostic accuracy, safety and utilisation of respiratory physician-delivered thoracic ultrasound. *Thorax.* 2010;65(5):449–453.
 24. Elena Prina, Antoni Torres, Carlos Roberto Ribeiro Carvalho. Lung ultrasound in the evaluation of pleural effusion. *J Bras Pneumol.* 2014 Jan-Feb; 40(1): 1–5. doi: 10.1590/S1806-37132014000100001
 25. Lomas DJ, Padley SG, Flower CD. The sonographic appearances of pleural fluid. *Br J Radiol.* 1993;66(787):619–624. <http://dx.doi.org/10.1259/0007-1285-66-787-619>
 26. Diacon AH, Brutsche MH, Solèr M. Accuracy of pleural puncture sites: a prospective comparison of clinical examination with ultrasound. *Chest.* 2003;123(2):436–441. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.123.2.436>
 27. Mostbeck G, Adam EJ, Nielsen MB, Claudon M, Clevert D, Nicolau C, Nyhsen C, Owens CM. How to diagnose acute appendicitis: ultrasound first. *Insights Imaging.* 2016;7:255–63.
 28. Shokoohi H, S Boniface K, M Abell B, Pourmand A, Salimian M. Ultrasound and perforated viscus; dirty fluid, dirty shadows, and peritoneal enhancement. *Emerg (Tehran)* 2016;4:101–105.
 29. Kainberger P, Zukriegel M, Sattlegger P, Forstner R, Schmoller HJ. Ultrasound detection of pneumoperitoneum based on typical ultrasound morphology. *Ultraschall Med.* 1994;15:122–125. doi: 10.1055/s-2007-1003945.

30. Coppolino F, Gatta G, Di Grezia G, Reginelli A, Iacobellis F, Vallone G, Giganti M, Genovese E. Gastrointestinal perforation: ultrasonographic diagnosis. *Crit Ultrasound J*. 2013;5 Suppl 1:S4.
31. Berlin SC, Goske MJ, Obuchowski N, Alexander F, Zepp RC, Goldblum JR, et al. Small bowel obstruction in rats: Diagnostic accuracy of sonography versus radiography. *J Ultrasound Med* 1998;17:497-504.
32. Nilam J Soni, MD, MS, Ricardo Franco-Sadud, MD, Ketino Kobaidze, MD, PhD, Schnobrich D, Gerard Salame, MD, Joshua Lenchus, DO, Venkat Kalidindi, MD, Michael J Mader, MS, Elizabeth K Haro, MPH, Dancel R, Joel Cho, MD, RDMS, RDCS, Loretta Grikis, MLS, the SHM Point-of-care Ultrasound Task Force, Brian P Lucas, MD, MS, Recommendations on the Use of Ultrasound Guidance for Adult Lumbar Puncture: A Position Statement of the Society of Hospital Medicine. *J Hosp Med* 2019;10:591-601. Published online first June 10, 2019. doi:10.12788/jhm.3197
33. Glimåker M, Johansson B, Grindborg Ö, et al. Adult bacterial meningitis: earlier treatment and improved outcome following guideline revision promoting prompt lumbar puncture. *Clin Infect Dis*. 2015;60(8):1162-1169. <https://doi.org/10.1093/cid/civ011>.
34. Soni NJ, Schnobrich D, Matthews BK, et al. Point-of-care ultrasound for hospitalists: a position statement of the Society of Hospital Medicine. *J Hosp Med*. 2019;14:E1-E6. <https://doi.org/10.12788/jhm.3079>.
35. Soni NJ, Lucas BP. Diagnostic point-of-care ultrasound for hospitalists. *J Hosp Med*. 2015;10(2):120-124. doi:10.1002/jhm.2285.
36. Tayal VS, Hasan N, Norton HJ, Tomaszewski CA. The effect of soft-tissue ultrasound on the management of cellulitis in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2006;13:384-8.
37. Sathyaseelan Subramaniam MD Jacqueline Bober MD Jennifer Chao MD Shahriar Zehtabchi MD. Point-of-care Ultrasound for Diagnosis of Abscess in Skin and Soft Tissue Infections. *Academic Emergency Medicine* 2016; 23: 1298- 1306 © 2016 by the Society for Academic Emergency Medicine
38. National Institute for Clinical Excellence Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. London: NICE; 2002.
39. National Patient Safety Association Chest drains: risks associated with the insertion of chest drains. London: NPSA; 2008.
40. Mazzei, M.A., Cioffi Squitieri, N., Guerrini, S. et al. Sigmoid diverticulitis: US findings. *Crit Ultrasound J* 5, S5 (2013). <https://doi.org/10.1186/2036-7902-5-S1-S5>
41. Ambrosetti P, Jenny A, Becker C, Terrier TF, Morel P. Acute left colonic diverticulitis--compared performance of computed tomography and water-soluble contrast enema: prospective evaluation of 420 patients. *Dis Colon Rectum*. 2000;5:1363-7. doi: 10.1007/BF02236631.
42. Tabas, Jeffrey; Reynolds, Teri (2010). High Risk Emergencies, An Issue of Emergency Medicine Clinics - E-Book. Elsevier Health Sciences. p. 58. ISBN 978-1455700257.
43. Scott D. Weingart, MD RDMS, Daniel Duque MD RDMS, Bret Nelson MD RDM. The RUSH exam: Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension. 2009, <http://emedhome.com/>
44. Phillips Perera, MD, RDMSa,*, Thomas Mailhot, MD, RDMSa , David Riley, MD, MS, RDMS, RDCS, RVTb , Diku Mandavia, MD, FRCPCa. (2012) The RUSH Exam 2012: Rapid Ultrasound in Shock in the Evaluation of the Critically Ill Patient <http://www.medicos.sa.cr/web/documentos/EMC%202015/charlaseminariodetrauma/RUSH%202012%20clin%20of%20us%20012-1.pdf>
45. Seif D, Perera P, Mailhot T et-al. Bedside ultrasound in resuscitation and the rapid ultrasound in shock protocol. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012: 503254. doi:10.1155/2012/503254.
46. Baumann UA, Marquis C, Stoupis C, Willenberg TA, Takala J, Jakob SM. Estimation of central venous pressure by ultrasound. *Resuscitation*. 2005;64(2):193-9. doi: 10.1016/j.resuscitation.2004.08.015.

47. Richards JR, McGahan JP. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. *Radiology*. 283 (1): 30-48. doi:10.1148/radiol.2017160107 - Pubmed
48. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma* 2004;57(2):288–295.
49. Pearl WS, Todd KH. Ultrasonography for the initial evaluation of blunt abdominal trauma: A review of prospective trials. *Ann Emerg Med*. 1996 Mar;27(3):353-61.
50. McGee DC , Gould MK . Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2003;348:1123-1133.
51. Ramsingh D, Rinehart J, Kain Z, Strom S, Canales C, Alexander B, Capatina A, Ma M, Le KV, Cannesson M. Impact assessment of perioperative point-of-care ultrasound training on anesthesiology residents. *Anesthesiology* 2015. Sep;123(3):670-82.
52. Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. A systematic review of the literature. *British Journal of Anesthesia* 2014 July; 113 (1): 12-22.
53. Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, Jacobs TL. Optic nerve ultrasound for the detection of raised intracranial pressure. *Neurocritical Care*. 2011 Dec: 15(3): 506-15.
54. ^ Alem, K, Ahn, M. Cannesson, Z. Kain. Perioperative medicine and the future of anesthesiology training. *ASA Newsletter* April 2015. 32-34.