

PRIMENA ULTRAZVUKA U URGENTNOJ MEDICINI I RESUSCITACIJI

APPLICATION OF ULTRASOUND IN EMERGENCY MEDICINE AND RESUSCITATION

Mihaela Budimski¹

Sažetak

CILJ:

Cilj rada je prikaz koncepta zbrinjavanja osoba u srčanom zastoju i dostignućima primene ultrazvuka u srčanom zastoju poravnavajući postojeće protokole za urgentno zbrinjavanje sa protokolima koji razvijamo u Resuscitacionom Savetu Srbije a u saradnji sa drugim nacionalnim savetima, mogućnost odložene primene ultrazvuka u cilju dalje definitivne dijagnostike i uspostavljanja terapijskih procedura kao i primenu ultrazvuka tokom transporta i "prolonged field care" u vanbolničkim uslovima (transport duži od 45 min) ili rad u "remot area" brdsko-planinskim područjima.

METODOLOGIJA:

U metodologiji rada je pregledana dostupna literatura (knjige, objavljeni članci) iz oblasti primene ultrazvuka u urgentnoj medicini. Kao pretraživač je korištena bibliografska baza MEDLINE.

REZULTATI:

Prema najnovijim smernicama Evropskog resuscitacionog saveta primena ultrazvuka se preporučuje za utvrđivanje reverzibilnih uzroka srčanog zastoja. Procedure koje se sprovode radi utvrđivanja reverzibilnih uzroka srčanog zastoja spadaju u crvene procedure i ovi pacijenti zahtevaju urgentno zbrinjavanje. Ultrasonografija ima mesto u dijagnostikovanju sledećih reverzibilnih uzroka srčanog zastoja: tenzioni pneumotoraks, hipoksemija, hipovolemija, tamponada srca i plućna tromboembolija. Procedure koje se rade u žutoj i zelenoj zoni daju mogućnost odložene primene ultrazvuka u cilju dalje definitivne dijagnostike i uspostavljanja terapijskih procedura kao i primenu ultrazvuka tokom transporta i "prolonged field care" u vanbolničkim uslovima (transport duži od 45 min) ili rad u "remot area" brdsko-planinskim područjima. Jedna od procedura koja se radi u žutoj ili zelenoj zoni je primena FAST protokola.

ZAKLJUČAK:

Primena ultrazvuka u urgentnoj medicini, prema dostupnoj literaturi, ukazuje na benefit sprovođenja ovih dijagnostičkih procedura u cilju bržeg i boljeg zbrinjavanja kritično obolelih pacijenta. Edukovanost lekara koji se bave urgentnom medicinom iz oblasti ultrasonografije, dovodi do smanjenja kadrovskih resursa a efikasnijeg tretmana pacijenata i do mogućnosti sprovođenja spasonosnih (crvenih procedura) kod životno ugrožavajućih stanja.

Summary

Aim:

The aim of this paper is to show the concept of the treatment of the patients in cardiac arrest and the achievements and advantages of the use of ultrasound in cardiac arrest, comparing existing protocols for emergency care with the protocols we developed in the Resuscitation Council of Serbia and in cooperation with other national councils, the possibility of delayed application of ultrasound in order to further final diagnostics and the establishment of therapeutic procedures as well as the use of ultrasound during transport and prolonged field care under out-of-hospital conditions (transport longer than 45 min) or work in the "remote area" in mountain areas.

METHODOLOGY:

The methodology of work reviewed literature (books, published articles) in the field of the application of ultrasound in emergency medicine. The bibliography database MEDLINE was used as a browser.

THE RESULTS:

According to the latest guidelines of the European Resuscitation Council, the use of ultrasound is recommended for the determination of reversible causes in cardiac arrest. Procedures that are carried out to determine reversible causes of cardiac arrest fall under red-eye procedures and these patients require urgent care. Ultrasonography has a place in diagnosing the following reversible causes of cardiac arrest: tension pneumothorax, hypoxemia, hypovolaemia, cardiac tamponade and pulmonary thromboembolism. Procedures that work in the yellow and green zone give the possibility of delayed application of ultrasound aiming for final diagnostics and establishment of therapeutic procedures. The use of ultrasound can be beneficial during transportation and prolonged field care in out-hospital conditions (transport longer than 45 min) or work in the remote areas in mountains. One of the procedures in the yellow or green zone is the application of the FAST protocol.

CONCLUSION:

The use of ultrasound in emergency medicine, according to available literature, points to the benefit of implementing these diagnostic procedures in order to better and better manage critically ill patients. The education of the physicians dealing with emergency medicine in the field of ultrasonography leads to a decrease in human resources and more efficient treatment of patients and to the possibility of implementing salvage (red procedures) in life-threatening conditions.

USTANOVA

¹Dom zdravlja Subotica

AUTOR ZA

KORESPONDENCIJU:

Mihaela Budimski
dzsupiar@gmail.com

KLJUČNE REČI:

ultrazvuk, urgentna medicina,
reverzibilni uzroci srčanog zastoja

KEY WORDS:

ultrasound, emergency medicine,
reversible causes of cardiac arrest

DATUM PRIJEMA RADA

1.10.2018

DATUM PRIHVATANJA RADA

7.11.2018.

DATUM OBJAVLJIVANJA

20.12.2018.

UVOD

Urgentna medicina je medicinska grana koja se bavi tretmanom pacijenata koji zahtevaju hitno odn. urgentno zbrinjavanje kao u prehospitalnim, tako i u hospitalnim uslovima. Oni koji se bave urgentnom medicinom, suočavaju se sa situacijama kada je u minutima neophodno delovati i otkloniti neposrednu opasnost, otkloniti reverzibilne uzroke ukoliko je smrt nastupila. To su trenuci u kojima kao nikad do tada dolazi do izražaja prethodno iskustvo i utreniranost a kada na osnovu oskudnih podataka i dijagnostike donosimo odluke koje u mnogome utiču na dalji tok i ishod oboljenja pa čak sam život pacijenata. U prehospitalnim uslovima, ovakve odluke se donose na osnovu kliničke slike i stanja pacijenta kao i o na osnovu procene da li pacijent trenutno zahteva bolničko lečenje. Moramo priznati da je mali broj aparata za dijagnostiku dostupno lekarima koji se suočavaju sa natežim, životno ugrožavajućim stanjima. Napretkom savremene tehnologije i dijagnostičkih sredstava, ultrazvuk koji je postao prenosiv i dostupan, omogućava pregled pacijenta kako na mestu incidenta tako i u bolničkoj postelji. Iako još nije postao standard njegova korisnost se ne može zanemariti. Ultrazvučna dijagnostika je razvojem savremene tehnologije i nauke tokom poslednjih godina stala na dlan, jer su uređaji do te mere napredovali da su danas ne veći od prosečnog mobilnog telefona. Omogućava procenu o stanju pacijenta kroz slike u realnom vremenu i daje odgovore na konkretna pitanja. Lak je za upotrebu, ponovljiv i bezbedan. Standardna konsultativna ultrasonografija je zahtevala od lekara, specijaliste urgentne medicine, da traži pregled od strane radiologa ili kardiologa, što je zahtevalo dodatno vreme, odlaganje u postavljaju dijagnoze, tretmanu i zbrinjavanju kritično obolelih pacijenata. Lekari za urgentno zbrinjavanje pacijenata pomoću ultrazvuka, sopstvenim veštinama i interpretacijom ultrazvučnih slika, mogu odmah na osnovu dobijenih informacija i odgovora na postavljene dileme sprovesti adekvatnu terapiju¹. Pored resuscitacione medicine i prepoznavanja kritično obolelog pacijenta, ultrazvuk se primenjuje prilikom monitoringa terapije, pri vođenju terapijskih i dijagnostičkih procedura kao i u dijagnostičke svrhe. Možemo reći da se osnovni postulat urgentne medicine prvo leči pa postavljaj dijagnozu odnosi samo na davanje simptomatske terapije. Danas u resuscitacionoj medicini govorimo o reverzibilnim uzrocima srčanog zastoja, a sve procedure koje sprovodimo delimo na: crvene, žute i zelene.

CILJ:

Cilj rada je prikaz koncepta zbrinjavanja osoba u srčanom

zastoju i dostignućima primene ultrazvuka u srčanom zastoju poredivši postojeće protokole za urgentno zbrinjavanje sa protokolima koji razvijamo u Resuscitacionom Savetu Srbije a u saradnji sa drugim nacionalnim savetima, mogućnost odložene primene ultrazvuka u cilju dalje definitivne dijagnostike i uspostavljanja terapijskih procedura kao i primenu ultrazvuka tokom transporta i "prolonged field care" u vanbolničkim uslovima (transport duži od 45 min) ili rad u "remot area" brdsko-planinskim područjima.

METODOLOGIJA:

U metodologiji rada je pregledana dostupna literatura (knjige, objavljeni članci) iz oblasti primene ultrazvuka u urgentnoj medicini. Kao pretraživač je korištena bibliografska baza MEDLINE.

ISTORIJA

Ultrazvučna dijagnostika počinje da se primenjuje još 1960. godine prošloga veka prvenstveno u kardiologiji i ginekologiji. Kao dijagnostičko sredstvo kod pacijenata sa traumom, ultrazvuk se prvo koristio u Evropi (1970), dok se u Americi počinje koristiti dvadeset godina kasnije, uvođenjem FAST (focused abdominal sonography for trauma) protokola². Od tada, FAST se koristi kao početni skrining modalitet u većini trauma centara u SAD kao i u drugim razvijenim zemljama i uključuje se u program ATLS za evaluaciju hipotenzivnih pacijenata u traumi³. U poslednje dve decenije, ultrazvuk postaje integralni deo urgentnog sistema zbrinjavanja pacijenata. Uvode se brojni protokoli po kojima se vrši evaluacija pacijenata koji su u šoku, koji imaju respiratorni distress ili srčani zastoj. Njegova primena uz postelju pacijenta (bedside ultrasound) kako u hospitalnim, tako i u prehospitalnim uslovima uz posebnu edukovanost lekara, dovodi do znatnih promena u urgentnoj medicini. Ultrasonografskim pregledom određenih tačaka na telu koje su određene različitim protokolima, omogućeno je rano prepoznavanje kritično obolelih pacijenata. Pojedini protokoli sadrže gotovo identične tačkene telu koje se ultrasonografski posmatraju, ali se međusobno razlikuju po prioritetu postavljanja sonde prilikom pregleda. U traumi se primenjuju FAST i EFAST³ protokoli, kojima se brzim pregledom vrši orijentacija o postojanju unutrašnjeg krvarenja (FAST), odnosno hemato i pneumotoraksu (EFAST). Za prepoznavanje pacijenata sa znacima šoka, primenjuje se RUSH⁴ protokol, ACES⁵ i EGLS⁶, kod pacijenata sa oboljenjima pluća BLUE⁷ i FALLS⁸ protokol. Pod FEEL⁹ protokolom se podrazumeva fokusirana ehokardiografija u neodložnoj životnoj podršci. C.A.U.S.E. je opisan 2008. godine i to je jedini algoritam koji je osmišljen za pacijente koji su u srčanom zastoju¹⁰. Ovaj pro-

tokol je fokusiran na pregledu srca i pluća za identifikaciju reverzibilnih uzroka srčanog zastoja¹⁰.

REZULTATI:

REVERZIBILNI UZROCI SRČANOG ZASTOJA – CRVENE PROCEDURE

Prema najnovijim smernicama Evropskog resuscitacionog saveta primena ultrazvuka se preporučuje za utvrđivanje reverzibilnih uzroka srčanog zastoja. U reverzibilne uzroke srčanog zastoja spadaju 4T i 4H, tamponada srca, tenzioni pneumotoraks, tromboembolija, toksini, hipoksemija, hipovolemija, hipo/hiper kalijemija, hipotermija. Ultrasonografija ima mesto u dijagnostikovanju sledećih reverzibilnih uzroka srčanog zastoja: tenzioni pneumotoraks, hipoksemija, hipovolemija, tamponada srca i plućna tromboembolija. Procedure koje se sprovode radi utvrđivanja reverzibilnih uzroka srčanog zastoja spadaju u crvene procedure i ovi pacijenti zahtevaju urgentno zbrinjavanje. Pregled se vrši brzo, pozicioniranjem sonde neposredno pre prekida kompresija radi provere srčanog ritma, te se ultrasonografski pregled radi dok se vrši monitoring srčanog ritma u vremenskom periodu od 5 sekundi¹¹. Najnoviji trendovi ukazuju na primenu transezofagealne ehokardiografije (TEE) koja omogućava visoku rezoluciju i jasnoću ultrazvučne slike kod većine pacijenata. TEE omogućava konstantnu vizualizaciju srca, čak i tokom kompresija grudnog koša, kardioverzije i drugih procedura¹².

Ehokardiografija u resuscitaciji ima za cilj:

1. Da identifikuje reverzibilne uzroke srčanog zastoja: perikardijalnu efuziju sa tamponadom, dilatiranu desnu komoru, akutno plućno srce koje je nastalo kao posledica plućne embolije ili srce koje je u izrazitoj hipovolemiji.
2. Da omogući lekaru da raspozna kontraktilnost srca bez palpabilnog pulsa. Ehokardiografska slika omogućava raspoznavanje pacijenata koji su inicijalno u bezpulsnoj električnoj aktivnosti (PEA), a sonografijom je moguće uočiti i najmanju srčanu kontraktilnost. Prognoza za povratak spontane cirkulacije (ROSC) je bolja ukoliko postoji ehokardiografski zabeležena kontraktilnost miokarda. Iz ovih razloga pojedini autori smatraju da je korisno primenjivati ultrasonografiju u prehospitalnim uslovima.
3. Identifikacija potpunog odsustva srčanih kontrakcija. Kod pacijenata kod kojih se primenjuje KPR, potpuno odsustvo kontraktilnosti srca je važan pokazatelj koji ukazuje da naponi u primeni mera resuscitacije neće biti zadovoljavajući^{13,14,15,16}.

Tamponada srca

Ultrazvučnim pregledom se perikardijalni izliv lako i na

brz način identifikuje. Postavljanjem sonde u subksifoidni položaj, prikazom četiri srčane šupljine, može se ustanoviti perikardijalna efuzija. Od dijagnostičkog je značaja količina pristne tečnosti u perikardijalnoj šupljini. Srčana tamponada se potvrđuje ukoliko dolazi do kolapsa desne komore tokom diastole i desne pretkomore tokom sistole. Ultrazvuk ima senzitivnost u dijagnostici srčane tamponade u 96% dok je specifičnost 98%^{17,18,19}. Kao dodatni potvrdni znak tamponade srca se može proceniti vena cava inferior (VCI). Distendirana i ne kolapsibilna VCI ukazuje na prisustvo pleuralne efuzije. Ukoliko je identifikovano prisustvo tamponade srca, indikovana je periokardiocenteza^{20,21}.

Plućna tromboembolija

Plućna tromboembolija se može ustanoviti ultrazvučnim pregledom pluća, srca i vena nogu. Dilatirana desna srčana komora ili prisustvo tromba, uz paradoksalne pokrete septuma tokom sistole, ukazuju na postojanje povećanog pritiska u desnom srcu. Znak McConnell označava prisustvo akinezije zida desne komore uz normalnu kontraktilnost apeksa srca te se smatra specifičnim znakom plućne tromboembolije²². Većina plućnih embolija potiče od dubokih venskih tromboza (DVT), te se ispitivanje sprovodi kroz kompresijsku procenu vena donjih ekstremiteta (Slika 1). Jednostavna kompresija sondom ultrazvuka, direktnim pritiskom na venu, ima visoku senzitivnost u detekciji DVT. Vena ispunjena trombotičnim sadržajem, nije kompresibilna te nam je direktan pokazatelj pozitivnog nalaza²³.

Pneumotoraks

Tenzioni pneumotoraks je reverzibilni uzrok srčanog zastoja koji se verifikuje odsustvom klizanja parijetalnog i visceralnog lista pleure tzv. „lung sliding“ tokom ultrazvučnog pregleda pluća. Kretanje visceralne i parietalne pleure „lung sliding“ se ultrazvukom uočava u vidu trenja a opisuje se kao kretanje mrava u koloni.“ Lung sliding“ je uredan nalaz aerizovanih pluća u kojima nema vazduha niti tečnosti između parietalnog i visceralnog lista pleure²⁴. Uključivanjem M moda na ultrazvučnom apartu, „lung sliding“ se prikazuje u vidu slike „peščane plaže“. U nedostatku „lung sliding“, u M modu, prikazuje se fenomen nazvan strastosfera ili bar kod i patognomničan je znak za pneumotoraks. Plućna tačka je mesto početka pneumotoraksa ond. prestanka „lung sliding“. Plućna tačka označava mesto nastanka pneumotoraksa i visoko je specifična 100% za pneumotoraks²⁵. Treba imati u vidu da nedostatak normalnog „lung sliding“ koji je visoko specifičan za pneumotoraks može nastati i kod drugih stanja u kojima nedostaju pokreti pleure, kao što su apnea, atelektaza, pogrešna intubacija (u

desni bronh ili jednjak), postpleurodesis²⁶. Iako je ultrasonografija senzitivnija za dijagnostikovanje pneumotoraksa u odnosu na klasičan RTG, CT predstavlja standard. Uz poređenje nalaza CT-a, sonolozi ultrazvučnim pregledom mogu napraviti razliku između manjeg, srednjeg i velikog PTX²⁷.

Inicijalna procena pneumotoraksa se vrši pozicioniranjem sonde na prednjem zidu grudnog koša, u sagitalnoj orijentaciji, usmeravajući marker prema glavi pacijenta, u drugom međupostalnom prostoru medioklavikularno²⁴.

Hipoksemija

Ultrazvučnom verifikacijom postojanja obostranog „lung sliding“, nam govori o pravilnoj poziciji endotrahealnog tubusa. Odsustvo kretanja pleura sa leve strane, znači da je neophodno tubus malo izvući odn. da se ventilira samo jedno plućno krilo. Provera prisustva „lung sliding“ je indikator ekspanzije pluća i proverava se između 2 i 3 interkostalnog prostora medioklavikularno. Odsustvo „lung sliding“ sa obe strane plućnih krila, ukazuje da je tubus postavljen u ezofagus. Ultrazvučni pregled vrata je drugi vid provere pravilno pozicioniranog endotrahealnog tubusa. Ultrazvučnim verifikovanjem prisustva dva lumena (duble tract sign) ukazuje na postavljanje tubusa u ezofagus²⁸.

Publikovani su brojni radovi koji dokazuju na visoku osetljivost i specifičnost primene transtrahealnog ultrazvuka koji se koristi u proceni pravilno postavljenog ETT tokom hitnih intubacija^{29,30,31,32}.

Hipovolemija

Hipovolemija se manifestuje redukovanim intravaskularnim volumenom, što se ultrazvukom registruje smanjenjem volumenom leve komore na kraju sistole. Status vaskularnog korita se može utvrditi ultrazvučnim pregledom VCI koja je u slučaju hipovolemije kolabirana. Normalan nalaz dijametra VCI <2.1 cm uz kolaps pri inspirijumu >50%^{33,34}. Vena cava inferior se gleda pri subksifoidnom polažuju sonde ultrazvuka. Prvo se identifikuju desna komora i pretkomora, nakon čega se sonda okreće posteriorno, dok se ne uoči mesto ulaska VCI u desnu pretkomoru. Dijametar VCI se meri na 2 cm lateralno od ušća u desnu pretkomoru.

Rana upotreba ultrazvuka kod pacijenata sa hipotenzijom dovodi do brze i precizne dijagnoze, značajno smanjujući dijagnostičke nedoumice lekara, utiče na promenu u menadžmentu kao i korišćenju resursa na odeljenjima za urgentno zbrinjavanje³⁵.

FAST – ŽUTE PROCEDURE

Procedure koje se rade u žutoj i zelenoj zoni daju mogućnost dložene primene ultrazvuka u cilju dalje definitivne dijagnostike i uspostavljanja terapijskih procedura

kao i primenu ultrazvuka tokom transporta i “prolonged field care” u vanbolničkim uslovima (transport duži od 45 min) ili rad u “remot area” brdsko-planinskim područjima. Jedna od procedura koja se radi u žutoj ili zelenoj zoni je primena FAST protokola. Smernice za primenu FAST protokola su objavljene od strane Američkog instituta za ultrazvuk u medicini (AIUM-) i Američkog koledža lekara specijalista urgentne medicine (ACEP). Primarni FAST je podrazumevao pregled četiri tačke, desnog gornjeg kvadranta, levog gornjeg kvadranta, pelvični prozor, kao i subksifoidni pregled srca. Tokom vremena u FAST je uključena i procena prisustva tečnosti u toraksu, hematotoraks, kao i verifikacija pneumotoraksa (EFAST-extended FAST). FAST/EFAST omogućavaju da se na jednostavan način isključi ili potvrdi prisustvo slobodne tečnosti u peritoneumu, pleuri, perikardijumu naročito u slučajevima traume³⁶. Treba imati u vidu da hemoperitoneum može biti i ne traumatske etiologije odn. da može biti posledica ruptore ektopične trudnoće ili ovarijalne ciste, aneurizmatiskih oboljenja aorte, upotrebe antikoagulantnih lekova kao i krvarenja uzrokovanih tumorima³⁷. Slobodna tečnost se u peritonealnoj šupljini nakuplja u gravitaciono zavisnim anatomskim prostorima i detektuje se odn. vizualizuje se u vidu crne (anehogene) kolekcije³⁸. Sonografski FAST pregled se započinje postavljanjem sonde u desni gornji kvadrant abdomena, u srednjoj aksilarnoj liniji između 9 i 11 međurebarnog prostora. Slobodna tečnost se traži ispod dijafragme, u hepatorenalnom recesusu -Morisonovom recesusu (Morrison’s pouch) koji se nalazi između desnog bubrega i jetre. U levom gornjem kvadrantu, traži se tečnost ispod dijafragme, između levog bubrega i slezine u splenorenalnom recesusu. Pozicija sonde je u posteriornoj aksilarnoj liniji između 6 i 9 međurebarnog prostora. Peritonealna slobodna tečnost u karlici se nakuplja urekto- vezikalnom prostoru kod muškaraca i rektouterinom prostoru (Duglasov špag) kod žena. Sonda se postavlja u transversalni položaj superiorno iznad simfize. Kada se vizualizuje cela bešika, sonda se rotira za 90 stepeni u sagitalni položaj³⁸. Treba imati u vidu da je kod žena moguće prisustvo male količine slobodne tečnosti do 50 ml tokom reproduktivnog perioda u Duglasovom špagu, što se smatra fiziološkim³⁹. Prisustvo tečnosti u toraksu se potvrđuje postavljanjem sonde u desni gornji i levi gornji kvadrant teposmatranjem prostora iznad dijafragme. Ultrasonografski se može detektovati minimalno prisustvo tečnosti od 100 sve do 620ml pa i više⁴⁰.

ZAKLJUČAK:

Primena ultrazvuka u urgentnoj medicini, prema dostupnoj literaturi, ukazuje na benefit sprovođenja ovih di-

jagnostičkih procedura u cilju bržeg i boljeg zbrinjavanja kritično obolelih pacijenta. Edukovanost lekara koji se bave urgentnom medicinom iz oblasti ultrasonografije, dovodi do smanjenja kadrovskih resursa a efikasnijeg tretmana pacijenata i do mogućnosti sprovođenja spasonosnih (crvenih procedura) kod životno ugrožavajućih stanja.

Lista skraćenica

| | |
|-----------|---|
| FAST | Focused abdominal sonography for trauma |
| ATLS | Advanced trauma life support |
| EFAST | extended FAST |
| RUSH | Rapid Ultrasound in SHock |
| ACES | Abdominal and cardiac evaluation with sonography in shock |
| EGLS | Echo-guided life support |
| BLUE | Bedside Lung Ultrasound in Emergency |
| FALLS | Lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock |
| FEEL | Focused echocardiographic evaluation in life support |
| C.A.U.S.E | Cardiac arrest ultrasound exam |
| TEE | Transezofagealne ehokardiografije |
| PEA | Električna aktivnost bez pulsa |
| ROSC | Povratak spontane cirkulacije |
| KPR | Kardiopulmonalna resuscitacija |
| VCI | Vena cava inferior |

Konflikt interesa:

Autor izjavljuje da nema konflikt interesa.

Finansijska podrška: Autor nema naknadu za obradu i saopštavanje rezultata.

Literatura:

- Whitson M.R., Mayo P.H. Ultrasonography in the emergency department. *Critical Care* 2016;20:227. doi.org/10.1186/s13054-016-1399-x.
- Boulanger BR, Kearney PA, Brenneman FD, Tsuei B, Ochoa J. Utilization of FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) in 1999: results of a survey of North American trauma centers. *Am Surg* 2000;66(11):1049–1055.
- Kool DR, Blickman JG. Advanced Trauma Life Support. ABCDE from a radiological point of view. *Emerg Radiol* 2007;14(3):135–141.
- Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am*. February 2010;28(1):29–56, vii. http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2009.09.010. PubMed PMID: 19945597.
- Atkinson PRT, McAuley DJ, Kendall RJ, et al. Abdominal and cardiac evaluation with sonography in shock (ACES): an approach by emergency physicians for the use of ultrasound in patients with undifferentiated hypotension. *Emerg Med J*. 2009;26(2):87.
- Lancôt JF, Valois M, Beaulieu Y. EGLS: Echo-guided life support. *Critical Ultrasound Journal* 2011; 3 (3):123–129.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008;134:117–125.
- Lichtenstein DA. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel*. 2013; 5(3): 142–147.
- Breitkreutz R, Price S, Steiger HV, Seeger FH. et. al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation*. 2010 Nov;81(11):1527–33. doi: 10.1016/j.resuscitation.2010.07.013.
- Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: cardiac arrest ultrasound exam—a better approach to managing patients in primary non-arrhythmic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2008;76(2):198–206.
- Raffay V., Fišer Z., Tijanić J. et al. Preporuke 2015–međunarodni naučni konsenzus o kardiopulmonalnoj reanimaciji. *Journal Resuscitatio Balcanica* 2016;3:5–15.
- Blaivas M. Transesophageal echocardiography during cardiopulmonary arrest in the emergency department. *Resuscitation [Resuscitation]* 2008 Aug; Vol. 78 (2), pp. 135–40. *Date of Electronic Publication*: 2008 May 16.
- Breitkreutz R, Price S, Steiger HV et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation*. 2010;81(11):1527–33.
- Blyth L, Atkinson P, Gadd K, Lang E. Bedside focused echocardiography as predictor of survival in cardiac arrest patients: a systematic review. *Acad Emerg Med*. 2012;19(10):1119–26.
- Blaivas M, Fox JC. Outcome in cardiac arrest patients found to have cardiac standstill on the bedside emergency department echocardiogram. *Acad Emerg Med*. 2001;8(6):616–21.
- Flato UA, Paiva EF, Carballo MT, Buehler AM, Marco R, Timerman A. Echocardiography for prognostication during the resuscitation of intensive care unit patients with non-shockable rhythm cardiac arrest. *Resuscitation*. 2015;92:1–6.
- Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K, Henderson SO. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med*. 2001;38(4):377–82.
- Long B, et al. Echocardiography in cardiac arrest: An emergency medicine review. *American Journal of Emergency Medicine* 2018; 36(3):488–493.
- Volpicelli G. Usefulness of emergency ultrasound in nontraumatic cardiac arrest. *American Journal of Emergency Medicine* 2011; 29: 216–223.
- Seif D, Perera P, Mailhot T, et al. Bedside Ultrasound in Resuscitation and the Rapid Ultrasound in Shock Protocol. *Critical Care Research and Practice* 2012; 14. doi:10.1155/2012/503254
- Rimbach K, Müller E, Breitkreutz R. Focused emergency echocardiography: lifesaving tool for a 14-year-old girl suffering out-of-hospital pulseless electrical activity arrest because of cardiac tamponade. *European Journal Of Emergency Medicine: Official Journal Of The European Society For Emergency Medicine [Eur J Emerg Med]* 2009 Apr; Vol. 16 (2), pp. 103–5.
- McConnell MV, Solomon SD, Rayan ME, et al. Regional RV dysfunction detected by echocardiography in acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol*. 1996;78:469–473.
- E. Bernardi, G. Camporese, H. R. Buller et al. “Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: a randomized controlled trial,” *Journal of the American Medical Association*, vol. 300, no.14, pp. 1653–1659, 2008.
- D. A. Lichtenstein, Y. Menu. “A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding,” *Chest* 1995; 108:5:1345–1348.
- D. Lichtenstein, G. Meziere, P. Biderman, A. Gepner. “The “lung point”: an ultrasound sign specific to pneumothorax,” *Intensive Care Medicine* 2000; 26 (10): 1434–1440.
- Richards J.R, McGahan J.P. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. *Radiology* 2017;283:30–48.
- Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A Prospective Comparison of Supine Chest Radiography and Bedside Ultrasound for the Diagnosis of Traumatic Pneumothorax. *Academic Emergency medicine* 2005; 12:9:844–849.

28. Dayton C, Eisen L.A. Dyspnea and Acute Respiratory Failure. In: Soni N.J., Amtfield R, Kory P. Point-of-Care Ultrasound. Philadelphia: Elsevier Saunders 2015.p 400-401.
29. Chou HC, Tseng WP, Wang CH et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirmation endotracheal tube placement during emergency intubation. Resuscitation. 2011;82:1279-1284.
30. Chou EH, Dickman E, Tsou PY et al., Ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation. 2015;90:97-103.
31. Gottlieb M, Bailitz J. Can transtracheal ultrasonography be used to verify endotracheal tube placement? Ann Emerg Med. 2015; Oct;66(4):394-5. doi: 10.1016/j.annemergmed.2015.02.023. Epub 2015 Mar 21.
32. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. Can J Anaesth. 2015 Apr;62(4):413-23. doi: 10.1007/s12630-014-0301-z. Epub 2014 Dec 24.
33. Rudski L.G, Lai W.W, Afilalo J. et al., "Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American society of echocardiography. Endorsed by the European association of echocardiography, a registered branch of the European society of cardiology, and the canadian society of echocardiography". Journal of the American Society of Echocardiography 2010; 23 (7): 685–713.
34. Wallace D.J, Allison M, Stone M.B. "Inferior vena cava percentage collapse during respiration is affected by the sampling location: an ultrasound study in healthy volunteers," *Academic Emergency Medicine* 2010; 17(1): 96-99.
35. Shokoohi H . Boniface KS. Pourmand A. Liu YT. et. al. Bedside Ultrasound Reduces Diagnostic Uncertainty and Guides Resuscitation in Patients With Undifferentiated Hypotension. Critical Care Medicine [Crit Care Med] 2015 Dec; Vol. 43 (12), pp. 2562-9.
36. American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Emergency Physicians. AJUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. J Ultrasound Med.2014; 33(11):2047-56.
37. Seif D, Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. Bedside ultrasound in resuscitation and the rapid ultrasound in shock protocol. Crit Care Res Pract. 2012;2012:503254.
38. Sisson C. Peritoneal Free Fluid. In: Soni N.J. Amtfield R. Kory P. Point-of-Care Ultrasound. Philadelphia: Elsevier Saunders 2015.p 174-180.
39. Richards J.R, McGahan J.P. Focused Assessement with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. Radiology 2017;283:30-48.
40. Patel N. et al. Focused assessment with sonography for trauma: methods, accuracy, and indications. Surg Clin N Am. 2011;91:195–207.