Revijalni članak

Review article

PRIMENA ULTRAZVUKA U IZVOĐENJU PERKUTANIH INTERVENCIJA U JEDINICAMA INTENZIVNOG LEČENJA

Aleksandar Filipović^{1,2}, Dragan Mašulović^{1,2}, Marija Milenković³, Miloš Zakošek¹, Dušan Bulatović¹, Milica Stojadinović¹

¹Centar za radiologiju i MR, Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

²Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija

³Centar za anesteziologiju i reanimatologiju, Klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

ULTRASOUND APPLICATION DURING PERCUTANEOUS PROCEDURES IN INTENSIVE CARE UNIT

Aleksandar Filipović^{1,2}, Dragan Mašulović^{1,2}, Marija Milenković³, Miloš Zakošek¹, Dušan Bulatović¹, Milica Stojadinović¹

¹Center for Radiology and MR, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

²Medical Faculty, University of Belgrade, Serbia

³Center for Anesthesiology and Reanimatology, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia

Sažetak

Ultrazvuk može da se koristi pri izvođenju elektivnih perkutanih interventnih procedura (npr. perkutanih biopsija, termalnih ablacija), ali i u tretmanu urgentnih stanja u jedinicama intenzivnog lečenja (plasiranje centralnog venskog katetera, punkcija pleuralnog ili perikardnog izliva, punkcija ascita). Primenom ultrazvuka omogućena je vizualizacija punkcijske igle u realnom vremenu, što za rezultat ima povećanu preciznost u radu uz sniženje incidence komplikacija. Za izvođenje perkutanih intervencija pod kontrolom ultrazvuka neophodna su određena znanja iz oblasti ultrazvučne dijagnostike i praktična iskustva u plasiranju punkcijske igle ili nekog drugog materijala, istovremeno sa vizuelizacijom putem ultrazvuka. Treba napomenuti da su procedure vođene ultrazvukom bezbedne i efikasne samo ako ih izvodi onaj ko ima dovoljno praktičnog iskustva.

Ključne reči: ultrazvuk; perkutane intervencije; jedinice intenzivnog lečenja

Uvod

Ultrazvuk može da se koristiti pri izvođenju elektivnih perkutanih interventnih procedura, kao što su perkutana biopsija, termalne ablacije, ali i u tretmanu urgentnih stanja u jedinicama intenzivnog lečenja, kao što su plasiranje centralnog venskog katetera, punkcija pleuralnog ili perikardnog izliva, punkcija ascita.

Jedna od prednosti savremenih ultrazvučnih aparata, koji su prilagođeni radu u jedinicama intenzivnog lečenja, jeste njihova mobilnost, te na ovaj način procedure vođene ultrazvukom mogu

Autor za korespondenciju: Aleksandar Filipović, Centar za radiologiju i MR, Klinički centar Srbije, Pasterova 2, 11000 Beograd, Telefon: +381658832505, E-mail: aleksandar.filipovic11@gmail.com

Summary

Ultrasound can be used in performing elective percutaneous intervention procedures (e.g. percutaneous biopsy, thermal ablation), but also in the treatment of emergency conditions in intensive care units (placement of the central venous catheter, puncture of the pleural or pericardial effusion, ascites). With the use of ultrasound, real-time puncture visualization is enabled, resulting in increased precision in work with the reduction of complications. For performing percutaneous ultrasound interventions, certain knowledge in the field of ultrasound diagnostics and practical experience in placing a puncture needle or some other material under the control of ultrasound is necessary. It should be noted that ultrasound procedures are safe and effective only if performed by those who have sufficient practical experience.

Key words: ultrasound; percutaneous interventions; intensive care units

da se izvode neposredno uz krevet na kome leži klinički težak bolesnik. Portabilnost ultrazvučnih aparata je od izuzetnog značaja, jer zbog lošeg opšteg stanja takve pacijente ne bi trebalo transportovati u druge jedinice, kao što su angio sale ili hibridne sale, u cilju izvođenja neke od perkutanih intervencija koje bi se mogle izvesti pod kontrolom ultrazvuka i u jedinicama intenzivnog lečenja.

Primenom ultrazvuka omogućena je vizualizacija punkcijske igle u realnom vremenu, što za rezultat ima povećanu preciznost u radu uz redukciju incidence komplikacija¹. Za izvođenje perkutanih intervencija pod kontrolom ultrazvuka neophod-

Corresponding author: Aleksandar Filipović, Center of radiology and MR, Clinical center of Serbia, Pasterova 2, 11000 Belgrade, Telephone: +381658832505, E-mail: aleksandar.filipovic11@gmail.com

na su određena znanja iz oblasti ultrazvučne dijagnostike i praktična iskustva u plasiranju punkcijske igle ili nekog drugog materijala pod kontrolom ultrazvuka. Treba napomenuti da su procedure vođene ultrazvukom bezbedne i efikasne samo ako ih izvodi onaj ko ima dovoljno praktičnog iskustva². Pacijenti se u jedinicama intenzivnog lečenja nalaze pod stalnim nadzorom medicinskog osoblja, te se u takvim okolnostima mogu pravovremeno prepoznati i preduprediti eventualne postproceduralne komplikacije (npr. hemoragija, sepsa), što sveukupno utiče na veću uspešnost i bezbednost ultrazvučno vođenih.

PLASIRANJE CENTRALNOG VENSKOG KATETERA (CVK)

Centralni venski kateter (CVK) najčešće se plasira transjugularnim pristupom (Slika 1) ili pristupom kroz potključnu venu (*v. subclavia*).

Slika 1: Transjugularni pristup (isprekidana linija predstavlja mogući tok punkcijske igle duž transversalne (slika 1a) ili longitudinalne osovine sonde (1b i 1c))

VJ – jugularna vena, ACC – zajednička karotidna arterija

U slučaju obilnog krvarenja pacijenta i rizika od hemoragijskog šoka, npr. kod teških i po život opasnih povreda, kada je neophodno plasirati CVK u adekvatnu poziciju u kratkom vremenu, najčešće se koristi pristup kroz *v. subclaviu*, a punkcija je vođena ultrazvukom³.

Pri izvođenju ovih intervencija, treba se pridržavati principa dobre kliničke prakse, naročito u smislu obezbeđenja aseptičnih uslova, što u slučaju ultrazvučno vođene punkcije podrazumeva i primenu odgovarajućih sterilnih navlaka za ultrazvučnu (UZ) sondu, primenu sterilnog gela za ultrazvuk ili nekog drugog medijuma (npr. fiziološki rastvor), koji će omogućiti prolaz ultrazvučnih talasa od UZ sonde do tela pacijenta u sterilnim uslovima.

Tehnički aspekt primene ultrazvuka u izvođenju perkutanih punkcija

U slučaju kada je potrebno da se izvede punkcija većih tečnih kolekcija koje su relativno blizu površine kože (npr. veći ascit, veliki pleuralni izliv), punkcija može da se izvede i bez kontinualne primene ultrazvuka. Pomoću ultrazvuka može da se odredi mesto na koži koje bi bilo optimalno za punkciju, a potom se to mesto na koži i obeleži. Nakon adekvatne sterilne pripreme polja, započi-

nje se punkcija, koja nije kontinualno vođena ultrazvukom, već je ultrazvuk upotrebljen samo u cilju određivanja optimalnog mesta za punkciju. Procedure izvedene na ovaj način se smatraju jednostavnim, pa čak i podesnim za individualno izvođenje, jer nema potrebe za angažovanjem većeg broja izvođača.

U slučaju kada je potrebna veća preciznost u radu, na primer kada želimo da punktiramo neku malu strukturu kao što je duboka vena, a da pri tome

zadesno ne punktiramo i susednu arteriju, te stvorimo AV fistulu, pseudoaneurizmu ili obilno krvarenje, neophodno je da se punkcija izvodi uz kontinualnu upotrebu ultrazvuka. To praktično znači da se punkcijska igla sve vreme mora pratiti ultrazvukom tokom punkcije, kako bi se procedura izvela pouzdano uz izbegavanje komplikacija koje mogu da nastanu lezijom okolnih vitalnih struktura.

Najoptimalnija tehnika perkutanih UZ vođenih procedura je kada je izvodi samo jedan izvođač, tako što će u jednoj ruci držati sondu ultrazvučnog aparata, a u drugoj ruci punkcijsku iglu³. Na taj način onaj ko izvodi punkciju ima bolju orijentaciju u prostoru i bolju mogućnost korekcije pozicije sonde ili igle. Polje na koži koje se punkтира mora da bude sterilno, a UZ sonda i kabl sonde moraju da imaju adekvatnu adhezivnu transparentnu sterilnu prekrivku³. Smatra se da ovakva preproceduralna priprema, u smislu obezbeđivanja principa antiseptise u jedinicama intenzivnog lečenja, ne bi trebalo da traje više od par minuta. U najvećem broju slučajeva procedure se izvode u lokalnoj anesteziji, dok se u pojedinim slučajevima ove procedure izvode u analgozsedaciji^{1,3}.

Pozicioniranje ultrazvučne sonde i navođenje punkcijske igle

Ultrazvučnim pregledom, neposredno preproceduralno, treba se orijentisati o lokalizaciji i veličini promene/strukture koju je potrebno punktirati, kao i o njenom odnosu sa okolnim strukturama⁴. Neophodno je da se obezbedi jasna ultrazvučna vizualizaciju ciljanog segmenta punkcije¹, a potom je potrebno da se sonda postavi u odgovarajuću ravan kroz koju će kasnije proći punkcijska igla, tako da je njen put bezbedan. Bezbedan put za punkcijsku iglu je put na kome se ne nalaze vitalne strukture. Kada su svi ti uslovi ispunjeni i UZ sonda se nalazi u optimalnoj poziciji za punkciju, trebalo bi da ruka koja drži ultrazvučnu sondu ostane u zadatom položaju, gotovo fiksirana, odnosno pokreti rukom koja drži sondu tokom punkcije moraju biti minimalni.

U jedinicama intenzivnog lečenja najčešće se koristi tzv. free hand tehnika, odnosno tehnika „slobodne ruke”, što praktično znači da se jednom rukom drži UZ sonda, a u drugoj ruci je igla za punkciju. Na ovaj način igla za punkciju nije fiksirana nosačem za sondu već je slobodna (eng. *free*) i nezavisna je od UZ sonde. Ova tehnika pruža veću fleksibilnost i jednostavnost u radu u poređenju sa

drugim tehnikama. Postoje vodiči za punkcijsku iglu koji mogu da se postave na UZ sondu, ali bi upotreba ovakvih složenih uređaja i njihova dezinfekcija samo otežala izvođenje procedure i odužila intervenciju za izvesno vreme, a koga je u jedinicama intenzivnog lečenja uvek malo.

Punkcijska igla tokom punkcije mora sve vreme da bude u ravni sonde, kako bi u realnom vremenu pratili čitav tok punkcijske igle i u svakom momentu znali gde se tačno nalazi njen vrh. Samo na taj način može da se obezbedi željena preciznost i efikasnost u radu. Naše iskustvo i iskustvo drugih izvođača³ je da je ovo moguće postići jedino longitudinalnim pristupom, koji podrazumeva plasiranje igle tako da ona prolazi kroz ravan u kojoj je i duža (longitudinalna) osovina sonde. To praktično znači da se nakon adekvatnog pozicioniranja UZ sonde u poziciju za punkciju, punkтира tačka na koži koja se nalazi neposredno uz središte kraće strane aktivne površine sonde, a tok punkcijske igle mora da bude usmeren tako da ona prolazi kroz ravan u kojoj se nalazi i longitudinalna osovina sonde (Slika 2).

Slika 2: Longitudinalni pristup

Nažalost, i pored ispunjenja svih pomenutih uslova, u oko 20% slučajeva nema jasne vizualizacije punkcijske igle celim njenim tokom³, naročito

kod gojaznih pacijenata, jer se igla nekada ne vidi sasvim jasno u hipertrofičnom subkutanom masnom tkivu. Drugi mogući uzroci otežane vizualizacije igle se javljaju kada „gain” UZ aparata nije adekvatno podešen; ako je pacijent dugo koristio kortikosteroide; ako je na mestu punkcije aplikovan lokalni anestetik, te su nastali hiperehogeni mehurići koji mogu da otežavaju vizualizaciju igle, itd.

U ovakvim okolnostima bolja vizualizacija punkcijske igle može da se postigne na različite načine: primenom igala posebno konstruisanih za pojačanu vidljivost na ultrazvuku, različitim manevrima poput aplikacije fiziološkog rastvora ili manjih količina gasa kroz iglu. Međutim, aplikacija gasa otežava vizualizaciju daljeg toka intervencije.

U slučaju kada se nakon plasiranja punkcijske igle ista ne vizualizuje jasno na monitoru UZ aparata, treba da se proverí da li se ciljno mesto punkcije (target) jasno vidi na monitoru UZ aparata i da li je igla u optimalnoj ravni za punkciju. Na monitoru UZ aparata treba da se izmeri rastojanje od mesta punkcije na koži do promene/strukture koja treba da se punktira i da se na taj način odredi dužina igle koja treba da se plasira kroz tkivo do targeta, a nakon toga treba da se odredi i ugao punkcije. Naime, udaljenost targeta punkcije od središta UZ sonde i udaljenost targeta od mesta punkcije na koži su dve varijable od kojih zavisi i ugao punkcije. Kada su ugao punkcije i dužina punkcije odre-

đeni, punkcijska igla se plasira u longitudinalnoj ravni sonde u skladu sa ovim parametrima.

Neposredno pre ulaska u lumen krvnog suda, igla blago potiskuje prednji zid krvnog suda, a u slučaju kada se punktira tečna kolekcija, igla potiskuje prednji zid kolekcije. U trenutku kada se vrh igle nađe u tečnosti, izvođač pod rukom oseti da je otpor tkiva kroz koji prolazi igla manji u odnosu na otpor koji je postojao dok je igla prolazila kroz meka tkiva na putu do tečnosti (tečni sadržaj kolekcije koja se punktira, a u slučaju punkcije krvnog suda to je krv). Osim taktilnog osećaja, tokom punkcije vođene ultrazvukom, u najvećem broju slučajeva, postoji i jasna vizualizacija vrha igle na monitoru UZ aparata u trenutku kada igla dospe u tečnu sredinu, jer tečnost predstavlja odličan prozor za ultrazvučne talase i poboljšava vizualizaciju igle (Slika 3).

Materijal potreban za perkutane drenaže

U jedinicama intenzivne nege treba da se teži jednostavnosti, a to se može postići i simplifikacijom materijala za intervencije. Najveći broj perkutanih drenaža može uspešno da se obavi pomoću gotovih setova koji sadrže sve što je neophodno. Tako na primer za punkciju pleuralnih izliva postoji set koji sadrži odgovarajuću iglu (dužine 6 cm i dijametra 16 G), drenažni kateter, nastavak i

Slika 3: Punkcija apscedirano biloma u jetri Chiba iglom. Jasno se vidi deo igle koji se nalazi u tečnoj sredini, tj. unutar tečne kolekcije, dok se ostatak igle (koji je u subkutanom masnom tkivu i parenhimu jetre) ne vizualizuje jasno.

Tabela 1: Preporuke za bezbedno izvođenje ultrazvukom kontrolisanih procedura

Preporuka	Objašnjenje
Proveriti koagulacioni status.	Jedina apsolutna kontraindikacija za ove procedure je nekorigovana koagulopatija.
Utvrđiti prirodu onoga što se punktira.	Neophodna je primena doplera kod sumnje na pseudoaneurizmu ili neku drugu vaskularnu strukturu.
Neophodno je dobro poznavanje ultrazvučne dijagnostike i uvid u relevantne podatke iz istorije bolesti.	Karakterizacija promene koja se punktira zasniva se na njenoj ultrazvučnoj prezentaciji i kliničkim manifestacijama.
Odrediti lokalizaciju promene i utvrditi njen odnos sa okolnim vitalnim strukturama.	Subdijafragmalna lokalizacija promene (npr. subdijafragmalno postavljene tečne kolekcije) zahteva jasnu preproceduralnu vizualizaciju dijafragme, kako tokom punkcije ne bi nastala lezija iste i kontaminacija pleuralnog prostora.
Utvrđiti da li postoji bezbedan pristupni put.	U slučaju kada se utvrdi da nema bezbednog pristupnog puta za punkciju, odnosno ako bi se na bilo kojoj ruti punkcijske igle od kože do targeta našla neka vitalna struktura, od punkcije se odustaje.
Neposredno postproceduralno ultrazvukom proveriti regiju koja je punktirana.	U cilju detekcije slobodne tečnosti ili tečne kolekcije koja bi mogla da ukazuje na neko aktivno krvarenje.
Pacijent treba da se prati 6 do 12 h, u smislu povremenih provera parametara krvne slike.	Sa ciljem detekcije klinički značajne hemoragije.

drenažnu kesu. Ovakvim setom, u najvećem broju slučajeva, može uspešno da se obavi punkcija pleuralnih izliva, ascita, perikardnih izliva, dok za neke kompleksnije slučajeve (npr. septirani pleuralni izliv sa znacima organizacije ili gušći sadržaj u pleuralnom prostoru) treba da se primeni silikonski torakalni dren velikog promera.

Osnovni princip kod izbora drenažnog katetera je da dijametar katetera zavisi od gustine tečnog sadržaja koji njime treba da se drenira. Što je gušći sadržaj, to i kateter mora biti većeg promera, kako bi obezbedio suficijentnu drenažu. Drenažni kraj katetera može biti prav ili povijen (J tip ili „pig tail” tip katetera), a drenažni segment najčešće ima više rupa, kako bi drenaža bila efikasnija. Kateteri mogu da budu plasirani modifikovanom Seldingerovom ili trokar tehnikom. Izbor tehnike kojom će se drenažni kateter plasirati zavisi od veličine kolekcije i dubine na kojoj se ona nalazi.

Opšte napomene vezane za izvođenje punkcija kontrolisanih ultrazvukom

Pre svake punkcije preporučeno je da se proveriti koagulacioni status pacijenta, utvrdi priroda targeta, odredi lokalizacija promene, u smislu utvrđivanja njenog odnosa sa okolnim vitalnim strukturama, kao i bezbednost pristupnog puta (Tabela 1).

Treba napomenuti da ne postoji punkcija bez postproceduralne hemoragije, ali na sreću u našoj praksi i u objavljenoj literaturi^{5,6} je mali broj klinički značajnih hemoragija, koje su zahtevale transfuziju ili neki drugi tretman⁷, a da su nastale usled perkutanih punkcija.

Literatura

1. Sidhu PS et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part II. Diagnostic Ultrasound-Guided Interventional Procedures (Short Version). *Ultraschall Med* 2015; 36:566–80.

2. Nolsoe C, Nielsen L, Torp-Pedersen S, Holm HH. Major complications and deaths due to interventional ultrasonography: a review of 8000 cases. *J Clin Ultrasound* 1990; 18:179–184.
3. Lichtenstein D.A, *Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010:261–267.
4. Sekiuchi H, Suzuki J, Daniels CE. Making paracentesis safer: a proposal for the use of bedside abdominal and vascular ultrasonography to prevent a fatal complication. *Chest* 2013; 143:1136–1139.
5. Strobel D et al. Incidence of bleeding in 8172 percutaneous ultrasound-guided intraabdominal diagnostic and therapeutic interventions – results of the prospective multicenter DEGUM interventional ultrasound study (PIUS study). *Ultraschall Med* 2015; 36:122–31.
6. Sharzeki K, Jain V, Naveed A, Schreiber I. Hemorrhagic complications of paracentesis: a systematic review of the literature. *Gastroenterol Res Pract* 2014; 2014:1–6.
7. Abudu B, Duncan DP, Deyoung E, Rivera-Sanfeliz G. Ultrasound-guided percutaneous periarterial thrombin injection for paracentesis-related hemoperitoneum. *Radiol Case Rep* 2017; 13:179–182.