

# Učinkovitost ultrazvočne slikovne preiskave prsnega koša

The effectiveness of ultrasound investigation of the chest

Igor Kocijančič

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

University Medical Centre Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

**Korespondenca/ Correspondence:**

Igor Kocijančič, e: igor.koc@kclj.si

**Ključne besede:**

ultrazvok; plevralni izliv; pnevmotoraks; pljučne bolezni

**Key words:**

ultrasound; pleural effusion; pneumothorax; lung diseases

Prispelo: 11. 9. 2018

Sprejeto: 1. 9. 2019

## Abstract

Chest ultrasonography (CHUS) is a useful imaging tool for thoracic soft tissues, pleural space and adjacent processes in the lung parenchyma. Unlike conventional radiography, CT or MRI, this non-ionizing imaging method is operator created and is very useful in patients in intensive care units (ICU) because of its simplicity and reproducibility. The ICU patient can be examined in supine, lateral or partly lateral position with the convex small-radius ultrasound probes using intercostal spaces as an acoustic window. Supine analysis of the anterior chest wall rules out pneumothorax, while lateral approach detects clinically relevant pleural effusion and parenchymal consolidations. CHUS is the method of choice in detection, characterization and volume estimation of free and/or loculated pleural fluid. According to our own study results, pleural effusion is most readily detected and measured during expiration. In our study we found healthy individuals with variable amounts of physiological pleural fluid, therefore a positive result should not be taken as a sign of occult pleural disease. With CHUS we can explore and characterise lung consolidations from the moment they reach the visceral pleura. CHUS can also contribute important data in critically ill patients with pulmonary embolism. CHUS exploration of the diaphragm can reliably evaluate respiratory movements since even a substantial pleural effusion does not affect the amplitude of diaphragmatic excursion.

## Izvleček

Ultrazvočna slikovna preiskava prsnega koša (UZ) je koristna za prikaz mehkih tkiv prsnega koša, plevralnega prostora in procesov v okolnem pljučnem parenhimu. To neionizirajočo slikovno metodo nasprotno od CT in MRI preiskav izvaja preiskovalec sam. Je zelo uporabna pri bolnikih v enotah intenzivne terapije (EIT) zaradi svoje preprostosti in ponovljivosti. Bolnike v EIT lahko pregledujemo v ležečem položaju na hrbtu, na boku in v polbočnem položaju s konveksnimi ultrazvočnimi sondami majhnega premera, pri čemer medrebrne prostore uporabimo kot akustično okno. Z analizo sprednje stene prsnega koša v ležečem položaju izključimo pnevmotoraks, medtem ko z bočnim pristopom zaznamo klinično pomemben plevralni izliv in parenhimske zgostitve. UZ je metoda izbire za odkrivanje, ocenjevanje in izračunavanje prostornine proste in ujete plevralne tekočine. Po rezultatih lastnih raziskav je manjši plevralni izliv z UZ lažje prikazati in izmeriti v fazi izdiha. Pri nekaterih posameznikih je fiziološke tekočine po lastnih opažanjih več, česar pa ne smemo ovrednotiti kot patološko stanje plevralnega prostora. Z UZ prsnega koša preiskujemo in ocenjujemo zgostitve v pljučih takrat, ko le-te dosežejo visceralno pleuro. UZ prsnega koša je lahko poveden tudi pri kritično bolnih s pljučno embolijo. Z UZ preiskavo trebušne prepone lahko realno ocenimo njeno pomicnost, potrebno za dihanje, saj tudi obsežnejši plevralni izliv ne deluje na amplitudo njenih premikov.

**Citirajte kot/Cite as:** Kocijančič I. [The effectiveness of ultrasound investigation of the chest]. Zdrav Vestn. 2020;89(1-2):29-38.

**DOI:** 10.6016/ZdravVestn.2868

## 1 Osnove ultrazvočne preiskave pljuč in plevralnega prostora

V obravnavi akutno prizadetega bolnika je hitra postavitve pravilne diagnoze bistvenega pomena. Pri bolnikih z akutno dihalno stisko je ključen odgovor na vprašanje, ali gre za posledico srčnega popuščanja ali so v ozadju drugi razlogi (1-3).

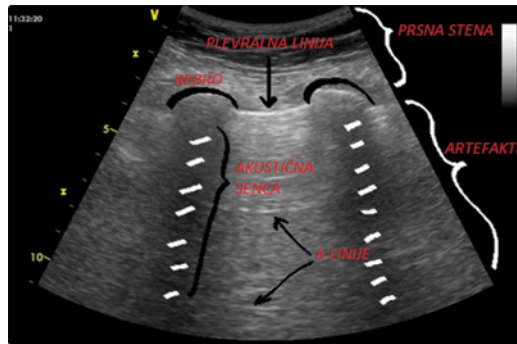
Pri obravnavi teh bolnikov na oddelkih interne in intenzivne medicine ima zato kot del kliničnega pregleda UZ prsnega koša vedno večjo vlogo. Ima številne prednosti: je obposteljna usmerjena preiskava (ni potrebe po prevažanju nestabilnih bolnikov) (1,2), je sorazmerno enostavna za učenje (1,4), usmerja zdravljenje in nadaljnje diagnostične postopke ter tudi omogoča opazovanje odzivov bolnika na naše ukrepe (1,5). Zato je poleg drugih UZ preiskav običajno del priporočil in protokolov za obravnavo hudo bolnih bolnikov (1,2).

UZ pljuč in plevralnega prostora je dinamična preiskovalna metoda. Kot osnovno pravilo si velja zapomniti, da se zrak nabere pri ležečem bolniku anteriorno, dvigne nad tekočino, slednja pa se razporedi pri ležečem bolniku dorzalno. Zato delimo spremembe v prsnem košu na gravitacijsko odvisne (plevralni izliv in večina alveolnih zgostitev) in gravitacijsko neodvisne (pnevmotoraks in intersticijski sindrom) (6).

Pregled kritično bolnega večinoma opravimo v ležečem položaju, občasno še dodatno na boku, redko je možen pregled sede. S spreminjanjem lege bolnika se spreminjata tudi razporeditev tekočine in zraka.

Pljuča so zelo velik organ. Za čim natančnejši pregled je zato potreben strukturirani pristop k UZ pregledu. Pregledamo levo in desno stran prsnega koša. Vsako stran razdelimo na tretjine, meji predstavljata sprednja in zadnja aksilarna linija, nato pa še vsako tretjino na zgornji in spodnji del. Tako dobimo 6 področij, kamor postavimo sonde: zgornje in spodnje anteriorno, zgornje in spodnje lateralno ter zgornje in spodnje posteriorno (1,2). Pregled opravljamo večinoma s konveksno UZ sondo, po možnosti manjšega premera, in skozi interkostalni pristop. Pregledovati začnemo od sprednje prsne stene proti zadnji. Sondo imamo večino časa postavljeno pravokotno na rebra z indikatorjem, obrnjenim proti glavi bolnika. Na monitorju vidimo bolj kranialno ležeče strukture levo, kaudalne pa desno. Mejo med prsnim košem in trebušno votlino hitro zaznamo s prikazom trebušne prepone. Vidimo jo kot tanko hiperehogeno konkavno strukturo, ki se giblje pri dihanju. Največkrat jo najdemo nekaj centimetrov pod prsnima bradavicama (6-8).

Pri ležečem bolniku najprej s prisolneno sondo na sprednjo prsno steno ob prsnici izključimo pnevmotoraks in v določenih primerih tudi prisotnost intersticijskega sindroma. Ob pomikanju sonde lateralno se nam lahko hitro prikažeta klinično pomemben plevralni izliv in morebitna alveolna zgostitev. Nadaljnje drsenje sonde proti posteriorni regiji in premik bolnika na bok dodatno prikažeta manjše plevralne izlive



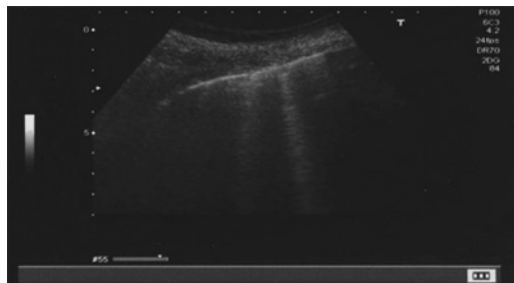
**Slika 1:** Normalni ultrazvočni izglej pljuč. Črne polkrožne črte predstavljajo konturo reber, kratke bele vzporedne črte akustično senco.

in alveolne zgostitve, ki jih prej nismo videli (6,7).

Za pljuča, ki so z zrakom izpolnjen organ, je dolgo veljalo, da so slabo dostopna UZ preiskavi. Pri diagnosticiranju si tako pomagamo s številnimi normalnimi vzorci ehogenosti, ki so v večini primerov zgolj UZ artefakti.

Najprej nam longitudinalno položena sonda prikaže rebra s priležno akustično senco ter med rebri in nekoliko globlje ležečo hiperehogeno linijo – pleuralno linijo. Celotna konfiguracija izgleda kot netopir z razprtimi krili, zato se imenuje »znak netopirja«. Pleuralna linija predstavlja mejo med pljuči in nad njimi ležečimi mehкими tkivi. Večina za UZ preiskovanje pomembnih znakov izhaja iz pleuralne linije (Slika 1) (8).

V grobem delimo znake na statične in dinamične. Najpogostejši statični znak predstavljajo pod pleuralno lini-



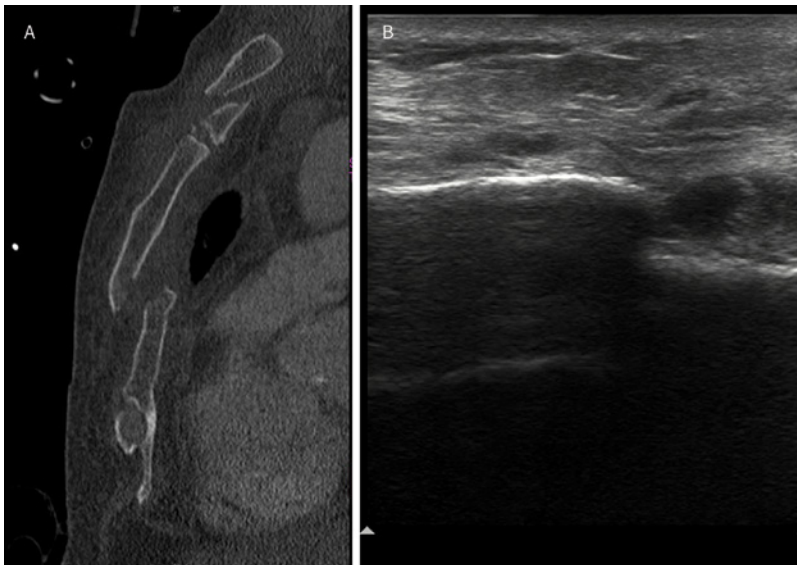
**Slika 2:** Artefakti "repatega kometa".

jo vzporedno potekajoče vodoravne hiperehogene črte, ki se ponavljajo v enakomernih presledkih. Razmak med posameznimi črtami je enak razdalji med kožo in plevro. Ti artefakti, ki jih imenujemo »A-linije« (10), prikazujejo normalno prezračeno pljuč in ne izključujejo prostega zraka v pleuralnem prostoru (pnevmotoraks). Fizikalna razlaga A- linij je pojav, da se UZ val na meji dveh sredstev z zelo različno akustično upornostjo (v našem primeru mehka tkiva oz. voda – zrak) popolnoma odbije, UZ sonda pa ni sposobna sprejeti tako velike količine odbitih UZ valov, ki se nato ponovno odbijejo od sonde do plevre in tako podvojijo svojo pot. Ta pojav se ponovi večkrat in posledica je več A- linij, ki si sledijo v enakih razmakih, to je v razdalji med sondo (površino kože) in plevro.

Na drugem mestu po pomembnosti so tako imenovani artefakti »repatega kometa« ali ultrazvočne »B-linije« (sinhronizirani s pleuralnim polzenjem) (Slika 2), ki ležijo pravokotno na pleuralno linijo in iz nje tudi izhajajo vse do roba zaslona v obliki tankih dobro izraženih žarkov. Njihov nastanek še ni povsem pojasnjen (9). Pri zdravih osebah jih občasno opazimo v predelu zadnjega interkostalnega prostora. Njihov pomen je zlasti pri prepoznavanju intersticijskega sindroma (6-8).

V literaturi omenjajo večje število linij, ki nimajo natančne klinične korelacije. Pri diagnosticiranju z UZ nam pomagajo, da se izognemo napačni interpretaciji. Pomembna je še »E-linija«, ki izhaja iz mehkih tkiv, ležečih nad pleuralno linijo, ki predstavlja parietalni emfizem. Značilna konfiguracija znaka netopirja se pri tem poruši.

Glavni dinamični znak je drsenje pljuč, ki ga ob natančnem opazovanju pleuralne linije vidimo kot nežne ritmične oscilacije, sinhrono z dihanjem –



**Slika 3:** Fraktura sternuma, primerjava med CT (levo) in UZ preiskavo (desno).

plevralno polzenje (1). Za objektivizacijo plevralnega polzenja se poslužujemo še M-načina z značilnim znakom »morske obale«. Plevralno polzenje predstavlja drsenje visceralne plevre ob parietalno oz. pljuč proti steni prsnega koša (10).

Eden od protokolov za obravnavo kritično bolnih je t.i. protokol BLUE (i Bedside Lung Ultrasound in Emergency). Definira 6 standardiziranih mest na prsnem košu, ki jih pregledamo s sondo: 2 anteriorno in 1 posteriorno na vsaki polovici pljuč. Na vsakem mestu pregledovalec identificira enega od 5 sonografskih vzorcev: normalen pljučni vzorec, pnevmotoraks, intersticijski sindrom, alveolno konsolidacijo ali plevralni izliv (7,10).

Poleg ocene pljuč in plevralnega prostora je UZ uporaben tudi pri oceni torakalne stene (Slika 3), ločevanjem med torakalno steno in tumorjem in pri določanju tumorja v mediastinumu.

Omeniti je treba še uporabnost UZ pri UZ vodenih posegih, kot so biopsija in torakocenteza (10).

## 2 Plevralni izliv

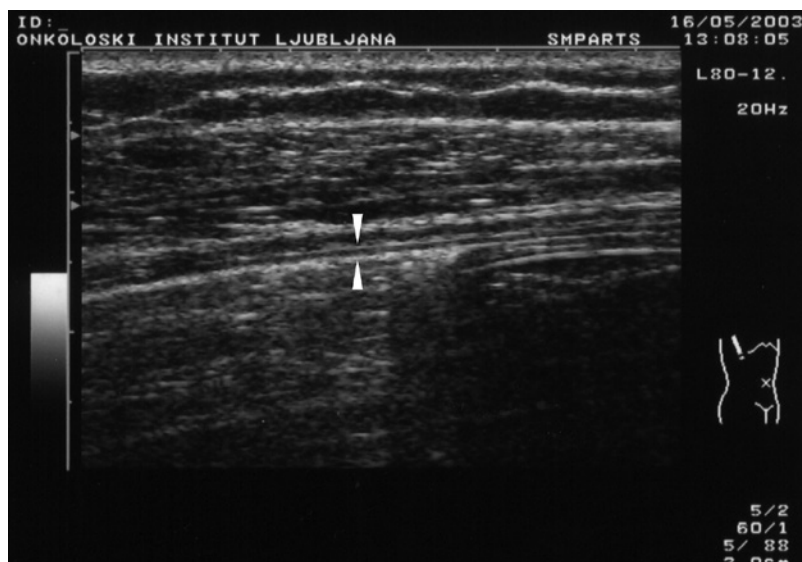
Plevralni prostor je enostavno dostopen UZ pregledu in z njim lahko natančno diagnosticiramo plevralni izliv. Plevralna votlina je načeloma zgolj navidezni prostor pri UZ preiskavi. Razlikovanje med visceralno in parietalno plevro pri zdravi osebi je le redko možno. Pri odraslih osebah je manjša vsebnost tekočine intraplevralno še v mejah normalnega. Največkrat jo vidimo na mestu frenikokostalnih sinusov (Slika 4) (6). Pri ležečem bolniku UZ mnogo bolje prikaže prisotnost plevralnega izliva kot klasična rentgenska slika, ki je nezanesljiva in lahko zakrije tudi do 500 ml plevralne tekočine (11,12).

Pri sumu na plevralni izliv je priporočljivo opraviti pregled plevralnega prostora s konveksno sondo v posterolateralnem delu prsnega koša (10).

Plevralni izliv pri ležečem bolniku diagnosticiramo kot gravitacijsko neehogeno tekočinsko kolekcijo, ki leži med hiperehogeno visceralno in parietalno plevro (Slika 5). Čim večji je izliv, tem bolj anteriorno ga bomo zaznali. Pri tem nam dodatno pomaga še dinamična komponenta: z dihanjem premikajoča se visceralna plevra proti parietalni, ki je v M-načinu videti kot sinusoidni vzorec oz. znak (10).

V literaturi je opisanih več načinov ocene količine plevralnega izliva, ki pa se v praksi redko uporabljajo. Najboljšo korelacijo z dejansko količino ima naslednja metoda: izmerimo višino plevralnega izliva ob lateralni torakalni steni v cm (H) ter debelino subpulmonalno razporejenega izliva v cm (D), vrednosti seštejemo in zmnožimo z 70:  $(D + H) \times 70 = V(\text{ml})$  (13).

Pri zdravljenju kritično bolnega je občasno potrebno natančneje opredeliti naravo izliva, kar lahko orientacijsko ocenimo z analizo ehogenosti tekočine.



**Slika 4:** Normalen ultrazvočni izgled pleuralnega prostora. Beli puščici označujeta stik parietalne in visceralne plevre.

## 2.1 Plevralni izliv in lastne izkušnje

Prepoznava večjih plevralnih izlivov navadno ne predstavlja posebne diagnostične težave. Pomembna pa je tudi prepoznava manjših plevralnih izlivov (pri pljučnem raku in drugih malignomih – karcinoma, pleuropnevmonijah, pljučnih infarktih, sistemskih boleznih ...), kar lahko predstavlja večji izziv. The American Association for Thoracic Surgery je nedavno (leta 2017) objavila smernice diagnosticiranja in zdravljenja empiemov po plevropnevmonijah (15). Iz njihovih priporočil izhaja, da je smiselno z UZ pregledom ovrednotiti plevralni izliv pri vsaki plevropnevmoniji (enostaven, anehogen, gost, hiperehogen, septiran) z namenom diagnosticirati in zdraviti empieme. Po mojem mnenju bi bilo tudi smiselno spremljati njegovo resorpcijo ob zdravljenju pleuropnevmonije, seveda z UZ, ker je bistveno bolj natančna metoda kot rentgenogram prsnih organov (16). Pri tem je smiselno za prikaz izliva uporabljati pregled na komolcu (če je bolnik sposoben sedeti na postelji), saj gre za majhne količine izliva, in v izdihu, ker se širina plašča tekočine med dihanjem spreminja (16).

UZ tehnologija danes omogoča prikaz zelo majhnih sprememb, kar plevralni prostor nedvomno je. Pomembno se je zavedati, da se v njem normalno nahaja po 8–12 ml tekočine na vsaki strani (17), kar se pri nekaterih osebah da prikazati z UZ in napačno vrednotiti kot bolezensko stanje plevralnega prostora, tj. plevralni izliv. Če v tem primeru prikazemo tekočino v plevralnem prostoru, tako ne govorimo o plevralnem izlivu, ampak o *plevralni tekočini*. Glede prikaza *plevralne tekočine* je UZ, kot kaže, enako zanesljiv kot magnetnoresonančno slikanje (18).

Če so znotraj plevralnega izliva vidni ehogeni odboji, gre najverjetje za eksudat ali krvavitev. Večina transudatov je namreč anehogenih, vendar so nenehogeni tudi nekateri eksudati. (Slika 6) (9).

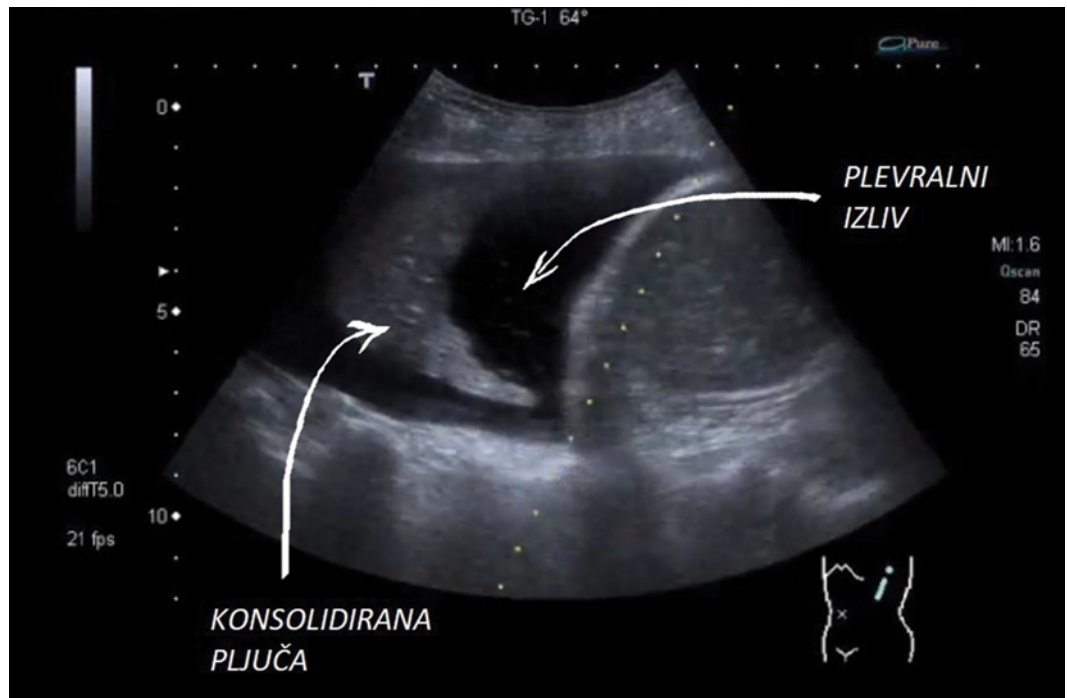
Pri eksudatih lahko vidimo tudi tanke fibrinske pregrade – septe (14).

Končna in zanesljiva diagnoza izliva je možna le s torakocentezo, ki jo lahko dokaj varno in zanesljivo izvedemo pod UZ nadzorom tudi pri mehanično predihavanih bolnikih.

**Tabela 1:** Pregled normalnih vrednosti plevralne tekočine v zdravi populaciji (19-21).

Populacija	Delež preiskovancev z vidno plevralno tekočino	Povprečna širina ( $\pm$ standardni odklon)	Razpon (min – max)
Zdravi odrasli	26 %	2,84 mm ( $\pm$ 0,41)	2,0–4,3 mm
Nosečnice	59,5 %	2,9 mm ( $\pm$ 1,1)	1,8–6,4 mm
Otroci	35 %	2,4 mm ( $\pm$ 0,3)	2,0–3,4 mm





**Slika 5:** Obsežen plevralni izliv (verjetno transudat) s konsolidiranimi priležnimi pljuči.

Glede na lastne izkušnje za pregled plevralnega prostora pri majhen plevralnem izlivu priporočam pregled na boku po naslednji metodi: bolnik leži na boku vsaj 5 min, nato se dvigne na komolec. Sondo postavimo pravokotno na torakalno steno v takšen položaj, v katerem si na zaslonu prikažemo bazalni del pljuč in zgornji del jeter ali vranice. Plevralni izliv zaznamo kot neehogeno področje med visceralno in parietalno plevro (Slika 7) (19-21).

V Tabeli 1 podajamo pregled lastnih raziskav, s katerimi smo preučevali UZ vidno plevralno tekočino pri zdravi populaciji v odstotkih zaznavanja in v širini plašča tekočine (19-21).

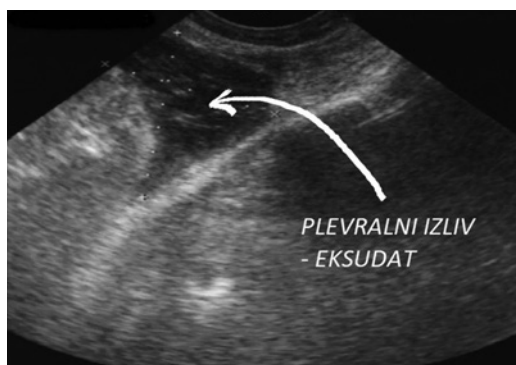
Da ne bi prihajalo do diagnostičnih zmot pri oceni razlikovanja med patološkim (tj. plevralnim izlivom) in normalnim (tj. plevralno tekočino) stanjem, bi moral biti s temi podatki seznanjen vsak, ki se med svojim delom redno srečuje z UZ pregledom plevralnega prostora.

### 3 Pnevotoraks

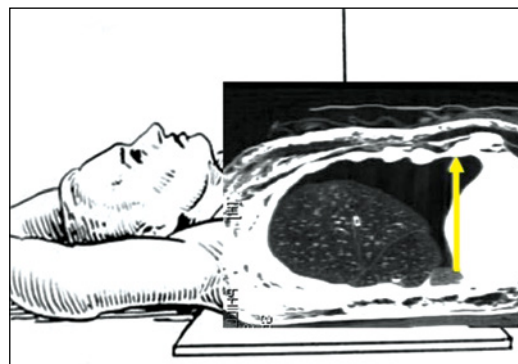
Na oddelkih intenzivne terapije so pogosto bolniki s sumom na pnevmotoraks. Intraplevralna prisotnost zraka je nevarna zlasti pri bolnikih na mehničnem predihavanju, ker lahko vodi v večanje pnevmotoraksa. Potrebna je hitra in zanesljiva diagnoza. Obposteljna radiografska slika ležečega bolnika je nezanesljiva in v okoli 30 % ne prikaže manjšega prikritega pnevmotoraksa. Zlati standard za dokončno diagnozo je CT preiskava, ki je dokaj zamudna in pri nekaterih bolnikih v EIT neizvedljiva (6). Ultrazvočna diagnostika ponuja hitro in zanesljivo alternativo.

Pnevotoraks pri ležečem bolniku izključujemo v gravitacijsko neodvisnih področjih. Zrak se namreč dvigne in nabere v anteriornem in nekoliko inferiornem delu prsnega koša (Slika 8).

Sondo (nizkofrekvenčno ali linearno visokofrekvenčno) postavimo v srednjo klavikularno linijo v najbolj anteriornem



**Slika 6:** Pleuralni izliv z bolj ehogeno tekočino – eksudat.



**Slika 8:** Razporeditev zraka intraplevalno.

delu prsnega koša: če bolnik sedi, je to 2.–3. interkostalni prostor, če leži, je to 5.–8 (22).

Prikažemo si značilno konfiguracijo netopirja in natančno umestimo hiperehogeno plevalno linijo. Pri pnevmotoraksu zaradi zraka v plevalni votlini ne vidimo normalnega plevalnega polzenja, ki pa je lahko odsotno tudi pri boleznih, kot je KOPB (22,23). Prisotnost plevalnega polzenja govori v prid normalnemu stanju in v večini primerov izključuje pnevmotoraks. Ravno tako pri pnevmotoraksu ni videti na B-linij (9).

Pulzacije srca se prenašajo na pljuča in plevro in jih lahko vidimo kot ritmično premikanje plevre v skladu s srčnim utripom – utripanje pljuč, ki ga pri pnevmotoraksu ne vidimo. Vidno pa

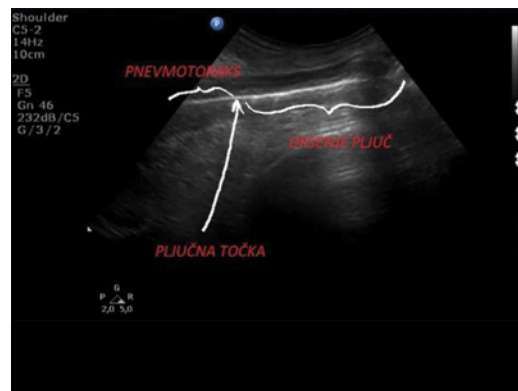
je, kadar pride do zastoja dihanja; takrat plevalnega polzenja ni (2).

Omeniti velja še visoko specifičen (praktično v 100 %) znak pnevmotoraksa – »pljučna točka«. (Slika 9). Predstavlja mesto začetka pnevmotoraksa, kjer se visceralna plevra prične ločevati od parietalne oz. pljuča od stene prsnega koša. Občutljivost tega znaka je nekoliko nižja (okoli 65 %). V primeru prikaza pljučne točke lahko ocenimo obsežnost pnevmotoraksa. Anteriorno ležeča pljučna točka sovpada z majhnim, po večini radiografsko prikritim pnevmotoraksom. Če je pljučna točka prikazana bolj lateralno, to pomeni, da gre za obsežnejši pnevmotoraks (6,7).

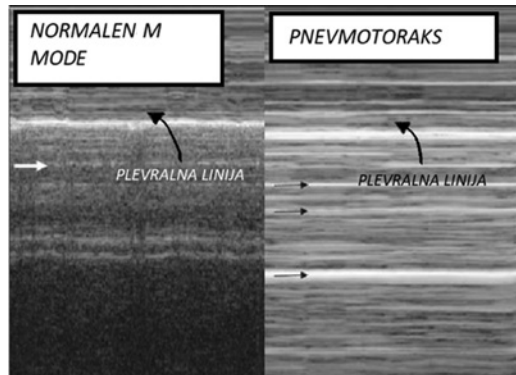
Pri objektiviziranju pnevmotoraksa si lahko pomagamo še z M-načinom, kjer



**Slika 7:** Položaj bolnika na komolcu in položaj sonde pri UZ pregledu plevalnega prostora na boku.



**Slika 9:** Pnevmotoraks z označeno »pljučno točko«.



**Slika 10:** Levo normalni M- način z znakom »morske obale« in desno pnevmotoraks z znakom »črtne kode«.



**Slika 11:** Pljučni edem – številne B-linije.

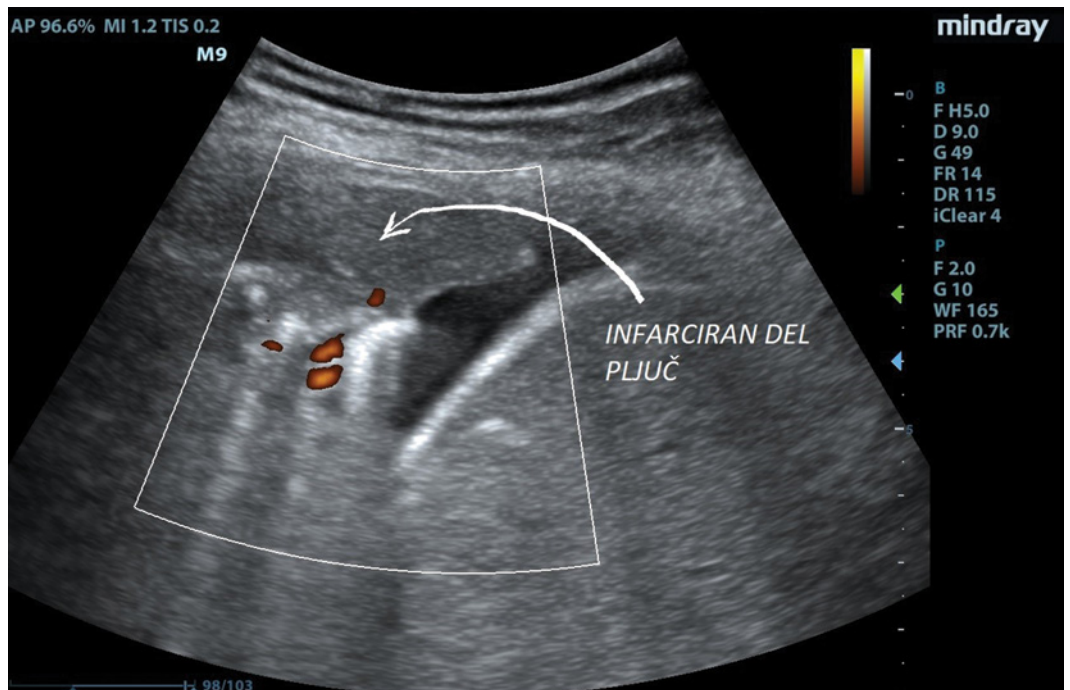
se na ravni pleuralne linije prikaže znak »črtne kode« (Slika 10) (8). Dodatno je v literaturi opisana tudi uporaba barvnega in t.i. power dopplerskega UZ (22).

Za pnevmotoraks so tako značilni naslednji znaki: odsotnost pleuralnega polzenja, odsotnost B-linij, odsotnost utripanja pljuč in prisotnost pljučne točke.

## 4 Bolezni pljuč

Normalen UZ izgled pljuč sestoji iz pleuralnega polzenja in prisotnosti A linij (10).

Konsolidacije pljuč lahko enostavno UZ spremljamo od trenutka, ko pridejo v stik z visceralno plevro. Lahko jih pregledujemo skozi pleuralni izliv ali kadar so v neposrednem stiku s pleuralno linijo. Konsolidacija pljuč je definirana



**Slika 12:** Pljučni infarkt: konsolidiran predel pljuč z odsotnostjo dopplerskih signalov prekrvitve.



kot suplevralno območje z zmanjšanimi odboji ali teksturo, podobno tkivu (9). Za njih je značilna povečana gostota pljuč, izguba hiperehogene pleralne linije, hipoehogene žile, nazobčan distalni rob in potencialna prisotnost zračnega bronhograma (23). Ocenjujemo lahko njihovo velikost, zamejitev, tkivni vzorec in eho-strukturo. Ob prisotnosti UZ vidnega zračnega bronhograma (številne punktfornne in linearne hiperehogene v zgostitvah) lahko razlikujemo med vnetno ali atelektatično etiologijo pljučnih zgostitev (6,8,24).

Akutni intersticijski sindrom zajema večje število različnih situacij: ARDS, kardiogeni in nekardiogeni pljučni edem, bakterijske in ostale pljučnice ter kronične intersticijske bolezni z eksacerbacijo. Glavni diagnostični znak za intersticijski sindrom je difuzna prisotnost B-linij, ki jih vidimo ne glede na mesto postavitve sonde na anteriorno ali late-

ralno stran prsnega koša (Slika 11). Za opredelitev intersticijskega sindroma je pomembna tudi njihova številčnost in gostota (okoli 3 mm narazen, normalno 7 mm).

Fokalni oz. lokalizirani vzorec intersticijskega sindroma lahko vidimo pri pljučnici, atelektazi, kontuziji pljuč, pljučnem infarktu, malignomu, boleznih plevre (9).

UZ sicer ni metoda izbire preiskovanja kritično bolnega pri pljučni emboliji, vendar vseeno lahko dodatno prispeva pri diagnosticiranju. Ob emboliji običajno opisujemo manjše plevralne izlive in predele periferne zgostitve pljučnega parenhima. Slednje predstavljajo manjša področja pljučnih infarktov, ki so trikotaste oblike z bazo na plevri, lahko imajo zračne bronhograme in odsotne dopplerske signale prekrvitve (Slika 12) (9,23).

## Literatura

1. Možina H, Prosen G, Matevž P, eds. Lung ultrasound I. – basic sonographic patterns. In: 2th WINFOCUS World Congress on ultrasound in emergency and critical care. e-summary of selected lectures. 2003 Sep 07-10; Ljubljana, Slovenija. V Ljubljani: Zdravniško društvo; 2016.
2. Možina H. Urgentni ultrazvok pljuč. In: Gričar M, Vajd R, eds. Urgentna medicina: izbrana poglavja 2017. V Ljubljani: Slovensko združenje za urgentno medicino; 2017. pp. 106-12.
3. Prosen G, Klemen P, Štrnad M, Grmec S. Combination of lung ultrasound (a comet-tail sign) and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in differentiating acute heart failure from chronic obstructive pulmonary disease and asthma as cause of acute dyspnea in prehospital emergency setting. *Crit Care*. 2011;15(2):R114.
4. Štrnad M, Zadel S, Klemenc-Ketis Z, Prosen G. Identification of lung sliding: a basic ultrasound technique with a steep learning curve. *Signa Vitae*. 2013;8(1):31-5.
5. Štrnad M, Prosen G, Borovnik Lesjak V. Bedside lung ultrasound for monitoring the effectiveness of prehospital treatment with continuous positive airway pressure in acute decompensated heart failure. *Eur J Emerg Med*. 2016;23(1):50-5.
6. Lichtenstein DA. *General Ultrasound in the critically ill*. Berlin: Springer-Verlag; 2002. pp. 96-133.
7. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25.
8. Miller A. Practical approach to lung ultrasound. *BJA Educ*. 2016;16(2):39-45.
9. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al.; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-91.
10. Campbell SJ, Bechara R, Islam S. Point-of-Care Ultrasound in the Intensive Care Unit. *Clin Chest Med*. 2018;39(1):79-97.
11. Müller NL. Imaging of the pleura. *Radiology*. 1993;186(2):297-309.
12. Collins JD, Burwell D, Furmanski S, Lorber P, Steckel RJ. Minimal detectable pleural effusions. A roentgen pathology model. *Radiology*. 1972;105(1):51-3.
13. Hassan M, Rizk R, Essam H, Abouelnour A. Validation of equations for pleural effusion volume estimation by ultrasonography. *J Ultrasound*. 2017;20(4):267-71.

14. Yang PC, Luh KT, Chang DB, Wu HD, Yu CJ, Kuo SH. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. *AJR Am J Roentgenol.* 1992;159(1):29-33.
15. Shen KR, Bribriescio A, Crabtree T, Denlinger C, Eby J, Eiken P, et al. The American Association for Thoracic Surgery consensus guidelines for the management of empyema. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;153(6):e129-46.
16. Kocijančič I, Vidmar K, Ivanovi-Herceg Z. Chest sonography versus lateral decubitus radiography in the diagnosis of small pleural effusions. *J Clin Ultrasound.* 2003;31(2):69-74.
17. Noppen M. Normal volume and cellular contents of pleural fluid. *Paediatr Respir Rev.* 2004;5:S201-3.
18. Nguyen J, Nicholson BT, Patrie JT, Harvey JA. Incidental pleural effusions detected on screening breast MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2012;199(1):W142-5.
19. Kocijancic I, Kocijancic K, Cufer T. Imaging of pleural fluid in healthy individuals. *Clin Radiol.* 2004;59(9):826-9.
20. Kocijancic I, Pusenjak S, Kocijancic K, Vidmar G. Sonographic detection of physiologic pleural fluid in normal pregnant women. *J Clin Ultrasound.* 2005;33(2):63-6.
21. Kocijancic K. Ultrasonographic forms of pleural space in healthy children. *Coll Antropol.* 2007;31(4):999-1002.
22. Rose G, Siadecki S, Tasek R, Baranchuk N, Saul T. A novel method of assessing for lung sliding using Doppler imaging. *Am J Emerg Med.* 2017;35(11):1738-42.
23. Wallbridge P, Steinfors D, Tay TR, Irving L, Hew M. Diagnostic chest ultrasound for acute respiratory failure. *Respir Med.* 2018;141:26-36.
24. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156(5):1640-6.