



Merjenje tlakov pleuralnega prostora med razbremenilno punkcijo (pleuralna manometrija) kot varna in objektivna metoda pri ocenjevanju vpliva pleuralnega izliva na izražanje simptomov

Measurement of pleural pressure during therapeutic thoracentesis (pleural manometry) as a safe and objective method in the assessment of pleural effusion effect on symptom expression

Anita Meglič,¹ Katja Adamič,² Vladimir Dimitrič,² Vesna Nikolič,² Aleš Rozman,² Mateja Marc Malovrh²

Izveček

Izhodišča: Bolniki s pleuralnim izlivom pogosto potrebujejo razbremenilno pleuralno punkcijo (RPP), po kateri navajajo bolj ali manj izrazito olajšanje dispneje. Zaradi varnosti se priporoča, da se med RPP odstrani do 1.500 mL tekočine.

Metode: V raziskavo smo vključili 96 bolnikov, pri katerih je bila potrebna RPP. Zbirali smo ocene stopnje dispneje na lestvici VAS pred, takoj po in 2 uri po RPP, pri 73 bolnikih pa še 24 ur po RPP ter beležili količino odstranjene tekočine. Med RPP smo z vodnim manometrom merili pleuralne tlake, iz katerih smo izračunali elastanco pleuralnega prostora in na podlagi meritev bolnike razdelili v skupine z različnimi elastičnimi krivuljami.

Rezultati: Med začetnim pleuralnim tlakom in količino odstranjene tekočine ter olajšanjem dispneje po opravljeni RPP smo ugotovili statistično značilno povezanost. Pri največjem deležu bolnikov smo RPP zaključili zaradi pojava simptomov, zaradi meritev pleuralnega tlaka pa smo RPP prekinili pri 16 bolnikih (16,7 %). V skupino z normalno elastično krivuljo smo uvrstili 74 bolnikov, nezmožnost razpenjanja pljuč pa smo ugotovili pri 22 bolnikih. Med RPP ni bilo pomembnih zapletov, kljub temu da smo več kot 1.500 mL izliva odstranili pri 32 (33 %) bolnikih.

¹ Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

² Klinični oddelek za interventno pulmologijo, Univerzitetna klinika za pljučne bolezni in alergijo Golnik, Golnik, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Anita Meglič, e: anitameglic@gmail.com

Ključne besede: dispneja; vizualna analogna lestvica; elastične krivulje; nezmožnost razpenjanja pljuč

Key words: dyspnea; visual analogue scale; elastance curves; unexpandable lung

Prispelo / Received: 31. 12. 2020 | **Sprejeto / Accepted:** 2. 5. 2021

Citirajte kot/Cite as: Meglič A, Adamič K, Dimitrič V, Nikolič V, Rozman A, Marc Malovrh M. Merjenje tlakov pleuralnega prostora med razbremenilno punkcijo (pleuralna manometrija) kot varna in objektivna metoda pri ocenjevanju vpliva pleuralnega izliva na izražanje simptomov. Zdrav Vestn. 2022;91(3–4):91–9. **DOI:** <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3205>



Avtorske pravice (c) 2022 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

Zaključek: Višji začetni pleuralni tlak je šibko povezan z višjo začetno stopnjo dispneje in večjim olajšanjem dispneje po opravljeni RPP. Najbolj uporabna je dinamika sprememb pleuralnega tlaka, s katero lahko že med RPP prepoznamo nezmožnost razpenjanja pljuč. Med RPP s pleuralno manometrijo lahko varno odstranimo tudi več kot 1.500 mL tekočine.

Abstract

Background: Patients with pleural effusion often require therapeutic thoracentesis (TT), which results in more or less pronounced dyspnea relief. Due to safety concerns, it is recommended to remove up to a maximum of 1500 mL effusion in one session.

Methods: 96 patients in whom TT was indicated were included in the study. VAS dyspnea score before, immediately after, two hours after TT, and in 73 patients additionally 24 hours after TT was collected. The amount of fluid removed was measured. During TT, water manometer was used to measure pleural pressures, from which pleural space elastance was calculated. Based on their elastance curves characteristics, the patients were divided into different groups.

Results: We found a correlation between initial pleural pressure/volume of effusion removed and dyspnea relief after TT. TT was most often terminated due to the onset of symptoms, in 16 patients it was terminated due to pleural pressure measurement. 74 patients were classified in the group with a normal elastane curve, in 22 patients we detected unexpandable lungs. Although more than 1500 mL of effusion was removed in 32 (33%) patients, there were no important complications during TT.

Conclusion: Higher initial pleural pressure is weakly correlated with higher initial dyspnea and greater dyspnea relief after TT. The dynamic of pleural pressure change is useful for detecting unexpandable lungs during TT. During TT with pleural manometry, more than 1500 mL of pleural fluid can be safely removed.

1 Uvod

Pleuralni izliv je prisotnost povečane količine proste tekočine v pleuralnem prostoru, ki bolnikom pogosto povzroča težave z oteženim dihanjem (1). Niso pa vsi pleuralni izlivi vzrok težavam z dihanjem, tako da je pomembno, da opredelimo tudi, ali in kakšne težave pleuralni izliv povzroča (2). Mehanizmi občutja težkega dihanja (dispneje) pri bolnikih s pleuralnim izlivom so kompleksni in še ne v celoti pojasnjeni. K nastanku verjetno prispevajo premik in sprememba oblike prepone, mehanoreceptorji, ki zaznavajo spremembe v volumnu pljuč, ter občutljivost na draženje, ki ga povzroča presežek pleuralne tekočine (1,3).

Večje pleuralne izlive obravnavamo z ultrazvočno (UZ) vodeno razbremenilno pleuralno punkcijo (RPP), s katero poskušamo odstraniti čim več tekočine, da bi olajšali bolnikove simptome, pridobili material za nadaljnje diagnostične analize, včasih pa tudi, da bi olajšali izvedbo drugih potrebnih invazivnih preiskav (4,5). Zaradi preprečevanja možnih zapletov RPP (tiščanje v prsih, pnevmotoraks, reekspanzijski pljučni edem (RPE)) se priporoča med eno RPP odstraniti največ 1.500 mL pleuralnega izliva (6). V dosedanjih raziskavah so namreč zaznali več zapletov, predvsem pnevmotoraks in tiščanja v prsih, ob odstranitvi več kot 1.500 mL izliva (7,8). V eni od raziskav so prikazali, da pri odstranitvi več kot 1.500 mL tekočine prihaja do 3,8-krat več vseh

zapletov in se razvije 5-krat več pnevmotorakov kot pri odstranitvi manjših količin izliva (7). Plevralna manometrija je tehnika, ki se uporablja za merjenje pleuralnega tlaka med RPP (9). V uporabi so preprost vodni manometer in različice bolj sofisticiranih elektronskih manometrov (10). Same meritve so časovno nezahtevne, zato se čas preiskave zaradi manometrije pomembneje ne podaljša (11). Zaenkrat še ni konsenza glede rutinske uporabe pleuralne manometrije med RPP (6). Med RPP se pleuralni tlak v odvisnosti od volumna odstranjene tekočine spreminja različno pri različnih bolnikih (9). Na podlagi te ugotovitve so zasnovali tri različne elastične krivulje, ki nam pomagajo pri diagnosticiranju sindroma nerazpenjanja pljuč (9,12). Pri pljučih, ki so sposobna normalnega razpenjanja, se z odstranjevanjem pleuralne tekočine pleuralni tlak, ki je bil sprva pozitiven, postopno znižuje s preračunanim padcem tlaka za manj kot 14,5 cm H₂O na 1 liter odstranjene tekočine (elastanca < 14,5 cm H₂O/L) do vrednosti normalnega pleuralnega tlaka (od -3 do -5 cm H₂O) – vidimo normalno elastično krivuljo. Pri pljučih, ki se zaradi posledic predhodne ali aktivne vnetne oz. maligne bolezni niso sposobna razpeti (vzroki za to so različni, npr. atelektaza, zadebeljena visceralna plevra itd.), elastična krivulja lahko sprva sledi normalni, na točki, ko razpenjanje pljuč ne more več slediti odstranjevanju tekočine,

pa se prelomi. Plevralni tlak začne z nadaljnjim odstranjevanjem tekočine strmo padati (običajno v negativnem območju) – vidimo bifazno elastično krivuljo. Pri ujetih pljučih začetnega dela normalne krivulje ni, tlak že od samega začetka pada pospešeno – vidimo monofazno krivuljo z visoko elastanco (12,13).

Z raziskavo smo želeli ugotoviti morebitno povezanost začetnega plevalnega tlaka s stopnjo dispneje pred in olajšanjem dispneje po opravljeni RPP ter pomoč dinamike spreminjanja plevalnih tlakov pri odločitvi za prekinitev RPP. Nadalje smo želeli ugotoviti, ali lahko naenkrat varno odstranimo tudi večje količine plevalne tekočine, kot se sicer priporoča.

2 Metode

Raziskava je potekala na oddelku za interventno pulmologijo Univerzitetne klinike za pljučne bolezni in alergijo Golnik in jo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. dovoljenja 206/03/13 in 0120-83/2020/9, dne 25. 08. 2020).

V raziskavo smo vključili bolnike, ki so bili v času 18-mesečne raziskave sprejeti na oddelek za interventno pulmologijo Klinike Golnik in so potrebovali RPP. Vključitvena merila so bila plevalni izliv, viden na RTG posnetku, zaradi katerega je treba izvesti RPP, starost nad 18 let in soglasje za sodelovanje v raziskavi. Izključitvena merila so bila nezmožnost sedenja med RPP, bolnik ni želel sodelovati v raziskavi ali ni zmožel podati ustrezne ocene stopnje dispneje na vizualni analogni lestvici (*angl.* visual analogue scale, VAS). Starost, morebitne predhodne RPP ali drugi predhodni posegi v plevalni prostor, osnovna bolezen, vzrok za nastanek plevalnega izliva in velikost plevalnega izliva niso vplivali na vključitev bolnikov v raziskavo.

Vse RPP z manometrijo so izvedli pulmologi, zaposleni na oddelku za interventno pulmologijo po standardiziranem postopku za RPP Klinike Golnik. Pred začetkom RPP smo primerno mesto za vstavev torakocentetske igle v spodnjem delu plevalnega izliva določili z ultrazvočnim pregledom hemitoraksa. Za merjenje plevalnih tlakov smo uporabili vodni manometer, ki je bil v osnovi zasnovan za merjenje centralnega venskega tlaka. Po vstavitvi v plevalni prostor smo torakocentetski kateter povezali s cevko z dvema izhodoma, kar je omogočalo selektivno zapiranje ali odpiranje obeh razdelilnih izhodov. En izhod smo preko sterilne cevi infuzijskega sistema, napolnjene s fiziološko raztopino, povezali z manometrom, drugega pa z 2.000-mililitrsko zbiralno vrečko, nameščeno v posodo na tleh, kamor je odtekala plevalna tekočina. Vlek plevalne tekočine je

omogočila razlika hidrostatskih tlakov med plevalnim prostorom in niže postavljeno zbiralno vrečko. Plevralni tlak smo prvič izmerili po odstranitvi 20 mL izliva, nato smo ga merili na vsake 100 mL odstranjene tekočine, zadnjič pa smo tlak izmerili po koncu RPP, preden smo odstranili torakocentetski kateter. Merili smo končni ekspiracijski plevalni tlak. Pred začetkom RPP smo v posteriorni aksilarni liniji z UZ določili in označili višino kupole prepone, ki je veljala za referenčno točko za vse nadaljnje meritve. Višino kupole prepone smo z UZ preverjali med RPP (na vsakih 200 mL odstranjene tekočine) in ob zaključku RPP. Kot dvig prepone smo upoštevali razliko med oznakama višine kupole pred in po RPP. Bolnikom smo pred začetkom RPP naročili tudi, naj nam poročajo o simptomih, če se bodo le-ti pojavili med punkcijo. RPP smo končali, ko:

- je iztekanje tekočine prenehalo;
- je tlak v plevalnem prostoru padel na -20 cm H₂O ali je med dvema meritvama prišlo do padca tlaka za več kot 4 cm H₂O pri bolniku z že negativnim tlakom v plevalnem prostoru;
- so se pojavili simptomi, kot so vztrajna bolečina ali tiščanje v prsnem košu, kašelj, ki se ni umiril;
- je zaključek odredil izvajalec RPP iz drugih razlogov.

VAS je 100 mm dolga horizontalna črta, ki je označena z napisom »brez kakršnih koli težav z dihanjem« na enem koncu in z napisom »hude težave z dihanjem« na drugem koncu, opremljena pa je tudi z ustreznimi slikami. Bolnik označi točko na črti, za katero meni, da predstavlja njegovo trenutno stanje. Vrednost VAS pomeni razdalja med začetkom črte in označeno točko (14). Vse bolnike, vključene v raziskavo, smo prosili, naj ocenijo stopnjo dispneje na lestvici VAS pred RPP, takoj po RPP in 2 uri po RPP. Pri 73 bolnikih smo pridobili še vrednost VAS 24 ur po RPP (pri 23 bolnikih ocene VAS po 24 urah nismo uspeli pridobiti, saj so nekateri bolnišnico zapustili že na dan posega, pri nekaterih pa smo podatke pozabili zabeležiti). Naknadno smo izračunali spremembe vrednosti VAS takoj, 2 uri in 24 ur po RPP, in sicer glede na oceno vrednosti VAS pred RPP.

Olajšanje dispneje, večje kot 20 mm na VAS, smo označili kot klinično pomembno. Mejo 20 mm smo izbrali na podlagi izsledkov raziskave Mishre in sodelavcev, ki so ugotovili, da bolniki olajšanje dispneje za 19 mm in več zaznajo kot klinično pomembno (15).

Elastanco plevalnega prostora smo izračunali tako, da smo spremembo plevalnega tlaka v cm H₂O delili z volumnom odstranjene tekočine v litrih. Pri bifaznih krivuljah smo ločeno izračunali elastanci prvega in drugega dela krivulje. Glede na dinamiko spreminjanja

plevralnih tlakov med RPP smo bolnike razdelili v dve skupini. V prvo skupino z normalno elastično krivuljo smo uvrstili bolnike, pri katerih so se plevralni tlaki ves čas RPP spreminjali sorazmerno odstranjeni tekočini. Elastična krivulja pri teh bolnikih je bila monofazna, elastanca plevralnega prostora pa ves čas manjša od 14,5 cm H₂O/L. V drugo skupino smo uvrstili bolnike, pri katerih smo med RPP z manometrijo lahko že na začetku ali pa v drugem delu RPP ugotovili pospešen upad plevralnih tlakov (elastanca > 14,5 cm H₂O/L v vsaj dveh zaporednih meritvah v negativnem območju).

Pred in po RPP smo bolnike slikali z RTG v postero-anteriorni in lateralni projekciji. Glede na zasenčenost pljučnega krila smo določili velikost plevralnega izliva.

Iz sistema BIRPIS smo pridobili podatke o splošnih demografskih lastnostih bolnika (starost, spol), oceni stanja zmogljivosti glede na lestvico Svetovne zdravstvene organizacije (WHO), vzroku plevralne prizadetosti (karcinoza, maligni mezoteliom, okužba, bolezni srca in žilja, neopredeljen izliv), morebitnih obravnava plevralnega izliva pred RPP in v času enomesečnega obdobja po RPP.

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili program GraphPad Prism, verzijo 8.4.3 (GraphPad Software, San Diego, ZDA). Za testiranje normalnosti porazdelitve podatkov smo uporabili test Shapiro-Wilk. Za testiranje statistično pomembnih razlik med dvema skupinama smo uporabili t-test za neodvisne vzorce, kadar so bili podatki normalno porazdeljeni. V primeru, da podatki niso bili normalno porazdeljeni, smo uporabili test Mann-Whitney. Za testiranje intenzivnosti povezanosti dveh spremenljivk smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije. Za statistično pomembne smo smatrali podatke z izračunano vrednostjo $p < 0,05$.

3 Rezultati

3.1 Značilnosti bolnikov, vključenih v raziskavo

V raziskavo smo vključili 96 bolnikov, med katerimi je bilo 68 (70,8 %) moških in 28 (29,2 %) žensk. Povprečna starost bolnikov je bila 71 ± 1 leto. Večinoma so bili bolniki še dobro zmogljivi, 71 (74 %) smo jih uvrstili v prvi ali drugi funkcionalni razred, 25 (26 %) pa v tretji razred glede na oceno stanja zmogljivosti po lestvici Svetovne zdravstvene organizacije (WHO).

Glede na velikost plevralnega izliva, vidnega na RTG posnetku pred RPP, je imelo 43 (44,8 %) bolnikov izliv, manjši od polovice hemitoraksa, 53 (55,2 %) bolnikov pa izliv večji od polovice hemitoraksa, od tega je pri 12

Tabela 1: Vzroki nastanka plevralnega izliva pri bolnikih, vključenih v raziskavo.

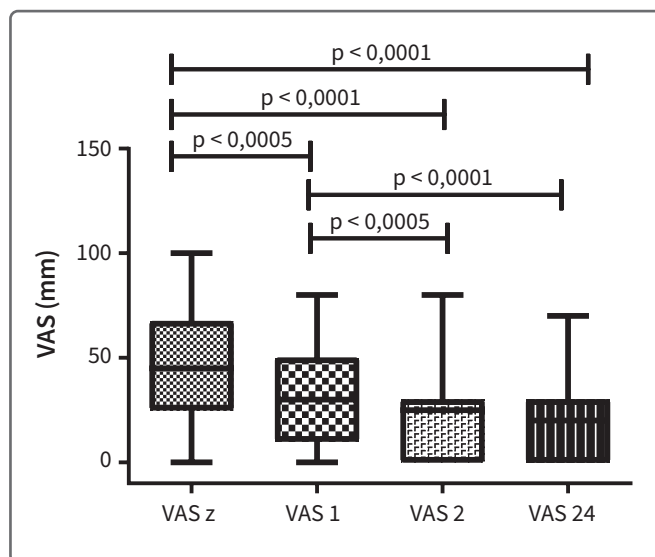
Vzrok	Število bolnikov	Delež bolnikov (%)
Karcinoza plevre	60	62,5
Maligni mezoteliom plevre	10	10,4
Okužba	11	11,5
Bolezni srca in žilja	4	4,1
Ni opredeljeno	11	11,5

bolnikov (12,5 %) izliv zasenčil celotni hemitoraks.

Vzroki za nastanek plevralnega izliva pri bolnikih, vključenih v raziskavo, so prikazni v Tabeli 1.

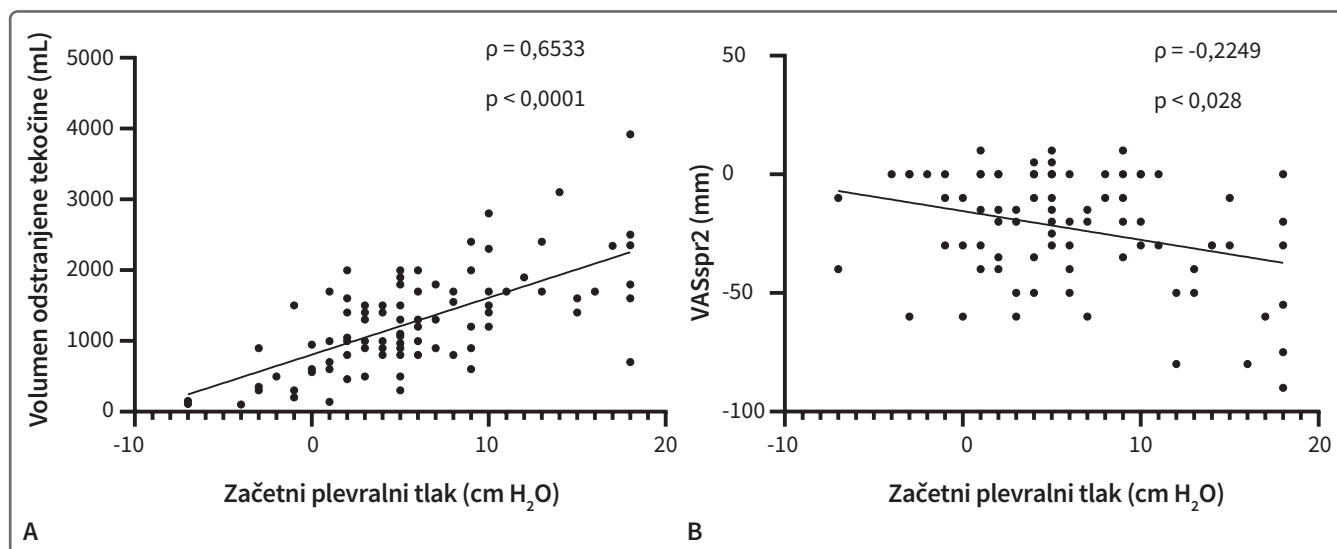
3.2 Količina odstranjene tekočine, plevralni tlaki in vrednosti VAS med razbremenilno plevralno punkcijo

Mediana vrednost količine odstranjenega izliva med RPP je znašala 1.250 mL (interkvartilni razmik 800–1.700 mL). Več kot 1.500 mL tekočine smo odstranili pri 32 (33 %) bolnikov.



Slika 1: Vrednosti vizualne analogne lestvice v odvisnosti od časa, prikazane z mediano, interkvartilnim razmikom in razponom.

Legenda: VAS – vizualna analogna lestvica (*angl.* visual analogue scale); RPP – razbremenilna plevralna punkcija; VAS z – ocena VAS pred RPP; VAS1 – ocena VAS takoj po RPP; VAS 2 – ocena VAS 2 uri po RPP; VAS 24 – ocena VAS 24 ur po RPP.



Slika 2: Povezanost začetnega pleuralnega tlaka z volumenom odstranjene tekočine (A) in olajšanjem dispneje 2 uri po razbremenilni pleuralni punkciji (B).

Legenda: VAS – vizualna analogna lestvica (*angl.* visual analogue scale); RPP – razbremenilna pleuralna punkcija; VASspr2 – razlika med oceno VAS 2 uri po RPP in pred njo.

Mediana vrednost začetnega pleuralnega tlaka je bila 5 cm H₂O (interkvartilni razmik 2–9,8 cm H₂O). Negativen pleuralni tlak ob začetku RPP smo izmerili pri 10 bolnikih, od tega pri dveh nižjega od –5 cm H₂O. Mediana vrednost končnega pleuralnega tlaka je bila –4 cm H₂O (interkvartilni razmik –6–0 cm H₂O).

Mediana vrednost dviga prepone med RPP je bila 2 cm (interkvartilni razmik 1–4 cm).

Vrednosti VAS pred, takoj po, 2 uri po in 24 ur po RPP so prikazane na [Sliki 1](#). Klinično pomembno olajšanje dispneje (sprememba VAS > 20 mm) smo takoj po RPP zaznali pri 40 (41,6 %) bolnikih, dve uri po RPP pa pri 56 (58,3 %) bolnikih. Od 73 bolnikov, pri katerih smo pridobili tudi oceno VAS 24 ur po opravljeni RPP, je klinično pomembno olajšanje dispneje takoj po RPP navajalo 31 (42,4 %) bolnikov, dve uri po RPP 41 (56,2 %) bolnikov, 24 ur po RPP pa 46 (63 %) bolnikov. Pri treh (3,1 %) bolnikih smo takoj po RPP zaznali klinično pomembno poslabšanje dispneje.

Volumen odstranjene tekočine je bil statistično značilno povezan z olajšanjem dispneje takoj po RPP ($\rho = -0,22$; $p = 0,028$), z olajšanjem dispneje 2 uri po RPP ($\rho = -0,21$; $p = 0,04$) in olajšanjem dispneje 24 ur po RPP ($\rho = -0,27$; $p = 0,019$).

Začetni pleuralni tlak je bil povezan z vrednostjo VAS pred RPP ($\rho = 0,20$; $p = 0,049$), olajšanjem dispneje 2 uri po RPP ($\rho = -0,22$; $p = 0,028$) in olajšanjem dispneje 24 ur po RPP ($\rho = -0,32$; $p = 0,006$), ne pa z olajšanjem dispneje takoj po RPP ($\rho = -0,15$; $p = 0,14$). Ugotovili smo tudi povezanost začetnega pleuralnega tlaka s

končnim pleuralnim tlakom ($\rho = 0,67$; $p < 0,001$), dvigom prepone ($\rho = 0,44$; $p < 0,001$) in volumenom odstranjene tekočine ([Slika 2](#)).

3.3 Vzroki za zaključek razbremenilne pleuralne punkcije

Razlogi za prekinitvev punkcije in vrednosti parametrov pri bolnikih z različnimi vzroki za prekinitvev RPP so prikazani v [Tabeli 2](#).

Od 34 bolnikov, pri katerih smo RPP zaključili zaradi simptomov, so štirje navajali tiščanje v prsih, 30 pa kašelj, ki se ni umiril.

Bolnikom, pri katerih smo RPP zaključili zaradi padca oz. nizkega pleuralnega tlaka, smo odstranili statistično značilno manj tekočine kot bolnikom, pri katerih smo RPP zaključili zaradi prenehanja iztekanja tekočine ($p < 0,001$), zdravnikove odločitve ($p < 0,001$) ali pojava simptomov ($p < 0,001$). Prav tako smo bolnikom, pri katerih smo RPP zaključili zaradi padca oz. nizkega pleuralnega tlaka, izmerili značilno nižje končne tlake kot bolnikom, pri katerih smo RPP zaključili zaradi prenehanja iztekanja tekočine ($p < 0,001$), zdravnikove odločitve ($p < 0,001$) ali pojava simptomov ($p < 0,001$). Bolniki, pri katerih smo RPP prekinili zaradi padca oz. nizkega pleuralnega tlaka, so imeli statistično značilno manjše spremembe vrednosti VAS takoj po RPP v primerjavi z bolniki, pri katerih smo RPP zaključili zaradi odločitve zdravnika ($p = 0,035$). Tudi 2 uri po RPP so imeli bolniki, pri katerih smo RPP prekinili zaradi padca

Tabela 2: Vrednosti parametrov pri bolnikih, razdeljenih v skupine glede na razlog zaključka razbremenilne pleuralne punkcije. Vrednosti so prikazane v obliki mediane in interkvartilnega razmika.

Razlog zaključka RPP	Simptomi	Prenehanje iztekanja	Odločitev zdravnika	Padec tlaka/nizek tlak
Število bolnikov	34	31	15	16
Končni pleuralni tlak (cm H ₂ O)	-1,5 [-5,3-(+2)]	-4 [-5-(-1)]	-1 [-4-(+2)]	-10 [-12-(-7,3)]
Volumen odstranjene tekočine (mL)	1350 [938-1700]	1300 [1000-1700]	1700 [1200-2300]	480 [163-825]
Dvig prepone (cm)	2 [1-4]	2,5 [1-4,5]	4 [1-6]	0 [0-2]
Bolniki brez izliva na RTG po RPP (število)	6	31	0	0
VASz (mm)	50 [38-73]	40 [0-60]	50 [30-60]	40 [25-60]
VAS1 (mm)	40 [30-50]	20 [0-40]	30 [10-40]	30 [20-54]
VAS2 (mm)	30 [8-31]	20 [0-30]	10 [0-30]	30 [10-40]
VAS24* (mm)	20 [0-30]	20 [0-30]	20 [0-40]	10 [3-40]
VASspr1 (mm)	-13 [-21-0]	-10 [-20-0]	-20 [-40-0]	0 [-20-0]
VASspr2 (mm)	-20 [-40-(-10)]	-20 [-30-0]	-30 [-60-(-20)]	-10 [-30-0]
VASspr24* (mm)	-30 [-40-(-10)]	-20 [-30-0]	-30 [-40-(-20)]	-18 [-38-(-1)]

Legenda: *n = 73; RPP – razbremenilna pleuralna punkcija; VAS – vizualna analogna lestvica (*angl.* visual analogue scale); VASz – ocena VAS pred RPP; VAS1 – ocena VAS takoj po RPP, VAS2 – ocena VAS 2 uri po RPP, VAS24 – ocena VAS 24 ur po RPP; VASspr1 – razlika med oceno VAS takoj po RPP in pred njo; VASspr2 – razlika med oceno VAS 2 uri po RPP in pred njo; VASspr24 – razlika med oceno VAS 24 ur po RPP in pred njo.

oz. nizkega pleuralnega tlaka, statistično značilno manjše spremembe VAS v primerjavi z bolniki, pri katerih smo RPP zaključili zaradi odločitve zdravnika ($p = 0,016$). Enak trend se je kazal v primerjavi z drugimi skupinami, pri katerih pa se ni dosegla statistična pomembnost.

3.4 Elastanca pleuralnega prostora

Glede na dinamiko sprememb pleuralnega tlaka smo v skupino z normalno elastično krivuljo uvrstili 74 (77,1 %) bolnikov, v skupino z nezmožnostjo polnega razpenjanja pljuč pa 22 (22,9 %) bolnikov. Primeri bolnikov s posameznimi elastičnimi krivuljami so predstavljeni na [Sliki 3](#).

Skupina 6 bolnikov z nezmožnostjo polnega razpenjanja pljuč je med RPP navajala simptome, od tega se je pri 5 razvil kašelj, 1 bolnik pa je tožil za bolečino v prsnem košu.

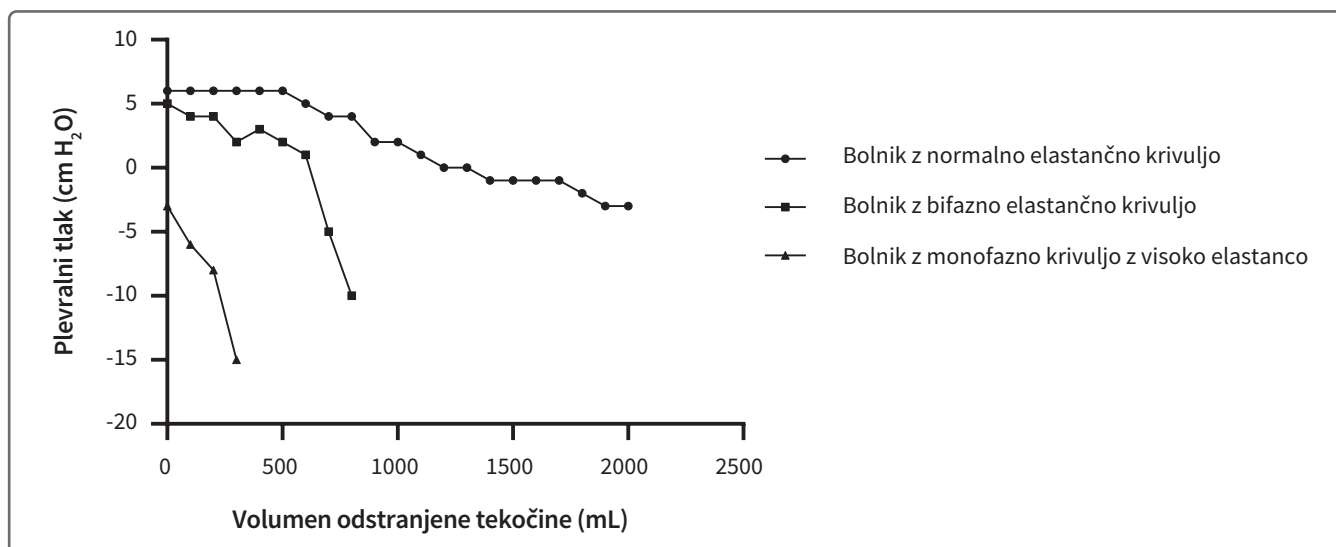
Pri 10 bolnikih so tlaki sledili bifazni elastični krivulji. Vzrok za nastanek pleuralnega izliva je bil pri 8 bolnikih maligna prizadetost plevre, pri enem okužba (parapnevmonični izliv v fibrinopurulentni fazi), pri enem pa je šlo za aktivni fibroproduktivni plevritis. Pri vseh

je bil po RPP še vedno prisoten pleuralni izliv na RTG posnetku. Dve uri po RPP je klinično pomembno olajšanje dispneje navajalo 5 bolnikov z bifazno elastično krivuljo.

Pri 12 bolnikih je pleuralni tlak ob razbremenjevanju sledil monofazni krivulji z visoko elastično. Prevladujoči vzrok za nastanek pleuralnega izliva pri teh bolnikih je bila okužba (posledice parapnevmoničnega izliva pri 6 bolnikih), sledila je maligna prizadetost plevre (5 bolnikov), pri 1 bolniku smo ugotavljali kronični plevritis zaradi neopredeljenega vzroka. Po RPP sta 2 bolnika navajala klinično pomembno olajšanje simptomov, čeprav smo jima odstranili le 120 mL in 200 mL pleuralne tekočine, pri ostalih bolnikih RPP ni vplivala na simptome. Po RPP je bil pri vseh 12 bolnikih na RTG posnetku še vedno prisoten pleuralni izliv, dodatnih razbremenjevanj v obdobju enomesečnega sledenja po RPP pa ni potreboval noben bolnik iz te skupine.

3.5 Zapleti in varnost

Po opravljeni RPP smo na RTG posnetku pri 2 bolnikih odkrili pnevmotoraks. Od tega je bil pri 1 bolniku



Slika 3: Primeri bolnikov s posameznimi elastičnimi krivuljami.

pnevmotoraks le minimalen. Šlo je za 74-letnika, ki smo mu med RPP odstranili 150 mL izliva, saj je imel sindrom ujetih pljuč. Pnevmtoraks se je razvil tudi pri 81-letnem bolniku, ki smo mu odstranili 2.300 mL izliva. Tlak je med RPP padel iz +10 cm H₂O na -5 cm H₂O. Oba bolnika sta bila po RPP in tudi v naslednjih dneh brez težav. Kljub nastalemu pnevmotoraksu sta oba navajala izboljšanje vrednosti VAS. Razen opazovanja bolnika nista potrebovala dodatnih ukrepov.

4 Razprava

V raziskavo, s katero smo želeli preveriti uporabnost merjenja tlakov pleuralnega prostora med RPP, smo vključili 96 bolnikov iz »resničnega življenja«, ki so bili v času poteka raziskave hospitalizirani na oddelku za interventno pulmologijo Klinike Golnik in so zaradi pleuralnega izliva potrebovali RPP.

Pomemben del naše raziskave je bilo ugotavljanje morebitne povezanosti začetnega pleuralnega tlaka z volumnom odstranjene tekočine in stopnjo dispneje pred RPP ter olajšanjem dispneje po RPP. Pričakovano povezanost med začetnim tlakom pleuralnega prostora in volumnom odstranjene tekočine smo potrdili. Višji začetni pleuralni tlak je bil šibko povezan tudi z večjim dvigom prepone med RPP.

Stopnja dispneje po opravljeni RPP se je pri naših bolnikih klinično pomembno zmanjšala pri 42 % bolnikov takoj po punkciji. Delež bolnikov s klinično pomembnim olajšanjem dispneje se je po dveh urah povečal na 58 %, po 24 urah pa na 63 %. Časovna dinamika simptomov kaže, da je dejanski učinek RPP na olajšanje

dihanja bolj pravilno ocenjevati vsaj dve uri po RPP in ne takoj po RPP, ko imajo bolniki še težave zaradi razpenjanja pljuč in pogosto prisotnega kašlja ali drugih simptomov. V raziskavi Boshuizena in sodelavcev so ugotovili, da večina bolnikov čuti največje olajšanje 2 dni po opravljeni RPP, žal pa ocene VAS v kasnejših dneh v naši raziskavi nismo preverjali (14).

Na stopnjo olajšanja dispneje je vplivala količina odstranjene tekočine, povezanost pa je bila sicer šibka. Tudi v drugih raziskavah so zaznali le šibko ali pa nobene povezanosti med količino odstranjene tekočine in olajšanjem dispneje po RPP (14,16). Sam volumen odstranjenega pleuralnega izliva glede na rezultate torej ni dober napovedni dejavnik olajšanja dispneje, ki ga bo bolnik čutil po RPP.

Raziskav o vplivu pleuralnega tlaka na izražanje dispneje nismo našli. V naši raziskavi smo ugotovili povezanost začetnega pleuralnega tlaka s stopnjo dispneje pred RPP in stopnjo olajšanja dispneje 2 uri in 24 ur po RPP; povezanost je bila sicer šibka. Lahko zaključimo, da je povezanost med začetnim pleuralnim tlakom in stopnjo olajšanja dispneje po RPP prešibka, da bi lahko samo z oceno začetnega tlaka pleuralnega prostora zanesljivo napovedali, kateri bolniki bodo imeli od RPP simptomatsko korist. S spremljanjem in beleženjem dinamike pleuralnih tlakov med celotnim potekom RPP smo že med samim posegom pridobili pomembne podatke o dogajanju v pleuralnem prostoru, predvsem smo zaznali nezmožnost razpenjanja pljuč. Če v kateri koli fazi RPP ob še vedno prisotnem pleuralnem izlivu izmerimo negativno vrednost tlaka in ob nadaljnjem razbremenjevanju zaznamo visoko elastanco, je to zanesljiv znak, da se

pljuča ne morejo več razpenjati in da z dodatnim odstranjevanjem tekočine bolniku ne bomo koristili. To so že prej opisani primeri bolnikov dveh skupin, pri katerih pleuralni tlaki med RPP sledijo bifazni elastični krivulji v strmem delu, ali pa monofazni krivulji z visoko elastanco, ki je značilna za ujeta pljuča. Bolniki z ujetimi pljuči imajo praviloma manj simptomov zaradi pleuralnega izliva. Učinkovit terapevtski pristop pa je kirurški – dekortikacija, ne pa pleuralna punkcija (13). Pri vseh bolnikih, pri katerih smo že med RPP iz meritev pleuralnih tlakov posumili na nezmožnost razpenjanja pljuč, je bil na RTG posnetku po RPP še vedno prisoten pleuralni izliv (pri dveh dodatno še pnevmotoraks), kar je podprlo naš sum. Pri tistih, pri katerih so pleuralni tlaki sledili monofazni krivulji z visoko elastanco, je med manometrijo postavljeni sum na ujeta pljuča dodatno potrjeval kasnejši potek, saj se med sledenjem v obdobju 1 meseca po RPP njihove težave niso stopnjevale, prav tako pa niso potrebovali dodatnih razbremenjevanj.

Vzrok pleuralnega izliva je bila pri več kot 70 % bolnikov metastatska maligna bolezen, kar tudi razloži večji delež obsežnih izlivov ($> 1/2$ hemitoraksa) in precejšen delež nepopolno razpetih pljuč po RPP (13,17). Pri bolnikih z maligno boleznijo je namreč možna prisotnost centralnih tumorjev ali možna obsežnejša prizadetost visceralne plevre, ki lahko preprečuje popolno razpenjanje pljuč, tako da popolna odstranitev izliva ni možna oz. niti ni smiselna. V naši raziskavi smo pri 53 bolnikih na RTG posnetku ugotavljali zasenčenje več kot $1/2$ hemitoraksa, več kot 1.500 mL tekočine pa smo odstranili pri 31 (32 %) bolnikih, kar je trikrat več kot v Lentzovi skupini, v kateri so več kot 1.500 mL odstranili le pri 7 (11 %) bolnikih. Hkrati pa je razvidno, da pri 37 (38 %) bolnikih, vključenih v našo raziskavo, na RTG posnetku po RPP nismo več zaznali pleuralnega izliva oz. je bil ta le še minimalen, kar pa je nižji odstotek kot pri Lentzovi skupini, v kateri so poročali o UZ vidnem ostanku izliva le pri 40 % bolnikov (18).

Kljub temu da je mediana vrednost količine odstranjenega izliva med RPP znašala 1.250 mL in smo tretjini bolnikov odstranili več kot 1.500 mL izliva, pomembnih zapletov nismo zaznali. Z RTG posnetkom po opravljeni RPP smo med 96 bolniki odkrili 2 (2,1 %) manjša t.i. pnevmotoraksa ex vacuo, ki pa bolnikoma nista povzročala težav. V obeh zaznanih primerih je šlo za nezmožnost razpenjanja pljuč; v enem primeru pa so spremembe tlakov sledile monofazni krivulji z visoko elastanco, v drugem pa bifazni krivulji. Nižji odstotek pnevmotoraks v naši raziskavi v primerjavi z raziskavo Lentza in sodelavcev, v kateri so pnevmotoraks ugotovili pri 5 % bolnikov, ter raziskavo Villena in sodelavcev, v

kateri so pnevmotoraks ugotovili pri 14,8 % bolnikov, pripisujemo bolj konzervativnemu pristopu in prekinitvi praznjenja že pri manj negativnih vrednostih tlaka v primerih, ko smo zaznali porast elastance, kar menimo, da je tudi pravilen pristop (18,19). Pojava RPE, ki je tudi sicer zelo redko opisan zaplet RPP, nismo ugotovili pri nobenem bolniku.

Pri 35 % bolnikov je bil pojav simptomov razlog za zaključek RPP. Podobne rezultate so objavili Lentz in sodelavci, ki so zaradi pojava simptomov zaključili 37 % RPP, Feller-Kopman in sodelavci pa 17 % RPP, le da je v njihovih raziskavah, v nasprotju z našimi rezultati, med simptomi prevladovalo tiščanje v prsih (18,20). Zanimivo je, da tiščanje v prsih tako v naši kot tudi prej omenjenih raziskavah ni bilo povezano niti z velikim volumnom odstranjene tekočine kot tudi ne z nizkimi končnimi pleuralnimi tlaki. K nelagodju očitno prispevajo tudi drugi, zaenkrat še nepojasnjeni dejavniki, zato tiščanja v prsih z pleuralno manometrijo pač ne moremo preprečiti. Najpogostejši z RPP povezani simptom pri naših bolnikih je bil kašelj, ki ni posledica padca pleuralnega tlaka, ampak je posledica razpenjanja pljuč in razrešitve atelektaz, do česar pride zaradi odstranjevanja odvečne tekočine (20).

Pomanjkljivost raziskave vidimo v tem, da smo za oceno učinka RPP izbrali spremembo stopnje dispneje, ki smo jo ocenjevali z VAS. Dispneja je pomemben simptom, ki vpliva na bolnikovo kakovost življenja, vendar pa jo je težko objektivno oceniti; uporabimo lahko le subjektivna orodja, ki zaradi svoje narave niso najbolj zanesljiva. Nadgradnjo raziskave vidimo v vključevanju bolj objektivnih metod za oceno učinka RPP na kakovost bolnikovega življenja, kot so meritve bolnikove zmogljivosti s 6-minutnim testom hoje, oksigeniranosti v mirovanju in med naporom ter meritve motenj v spanju s polisomnografijo.

Pri 15 bolnikih se je RPP zaključila zaradi presoje zdravnika, kar je verjetno vzrok napačni uvrstitvi nekaterih bolnikov v skupino z normalno elastično krivuljo. Predvidevamo, da bi se pri nadaljevanju RPP pri delu teh bolnikov verjetno izrazil prelom elastične krivulje v bifazno, saj so bili pri večini ob še vedno prisotnem izlivu tlaki že v negativnem območju.

5 Zaključek

Iz ugotovitev naše raziskave izpostavljamo, da lahko iz vrednosti začetnega pleuralnega tlaka sklepamo o količini odstranjene tekočine in spremembi stopnje dispneje po RPP, čeprav je povezanost šibka. Glavna prednost pleuralne manometrije je, da že med samim

posegom razkrije bolnike z nezmožnostjo razpenjanja pljuč in s tem omogoči pravočasno prekiniti preiskavo, kar zmanjša možnost nastanka zapletov. Z RPP lahko ob sočasnem merjenju pleuralnih tlakov varno odstranimo

tudi več kot 1.500 mL tekočine.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Literatura

- Diaz-Guzman E, Dweik RA. Diagnosis and management of pleural effusions: a practical approach. *Compr Ther.* 2007;33(4):237-66. DOI: [10.1007/s12019-007-8016-5](https://doi.org/10.1007/s12019-007-8016-5) PMID: 18025616
- Miserocchi G. Physiology and pathophysiology of pleural fluid turnover. *Eur Respir J.* 1997;10(1):219-25. DOI: [10.1183/09031936.97.10010219](https://doi.org/10.1183/09031936.97.10010219) PMID: 9032518
- Thomas R, Jenkins S, Eastwood PR, Lee YC, Singh B. Physiology of breathlessness associated with pleural effusions. *Curr Opin Pulm Med.* 2015;21(4):338-45. DOI: [10.1097/MCP.000000000000174](https://doi.org/10.1097/MCP.000000000000174) PMID: 25978627
- Qureshi N, Momin ZA, Brandstetter RD. Thoracentesis in clinical practice. *Heart Lung.* 1994;23(5):376-83. PMID: 7989206
- Karkhanis VS, Joshi JM. Pleural effusion: diagnosis, treatment, and management. *Open Access Emerg Med.* 2012;4:31-52. DOI: [10.2147/OAEM.S29942](https://doi.org/10.2147/OAEM.S29942) PMID: 27147861
- Havelock T, Teoh R, Laws D, Gleeson F; BTS Pleural Disease Guideline Group. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax.* 2010;65:ii61-76. DOI: [10.1136/thx.2010.137026](https://doi.org/10.1136/thx.2010.137026) PMID: 20696688
- Ault MJ, Rosen BT, Scher J, Feinglass J, Barsuk JH. Thoracentesis outcomes: a 12-year experience. *Thorax.* 2015;70(2):127-32. DOI: [10.1136/thoraxjnl-2014-206114](https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-206114) PMID: 25378543
- Shechtman L, Shrem M, Kleinbaum Y, Bornstein G, Gilad L, Grossman C. Incidence and risk factors of pneumothorax following pre-procedural ultrasound-guided thoracentesis. *J Thorac Dis.* 2020;12(3):942-8. DOI: [10.21037/jtd.2019.12.39](https://doi.org/10.21037/jtd.2019.12.39) PMID: 32274162
- Light RW, Jenkinson SG, Minh VD, George RB. Observations on pleural fluid pressures as fluid is withdrawn during thoracentesis. *Am Rev Respir Dis.* 1980;121(5):799-804. PMID: 7406313
- Hu K, Chopra A, Huggins JT, Nanchal R. Pleural manometry: techniques, applications, and pitfalls. *J Thorac Dis.* 2020;12(5):2759-70. DOI: [10.21037/jtd.2020.04.04](https://doi.org/10.21037/jtd.2020.04.04) PMID: 32642184
- Zielinska-Krawczyk M, Krenke R, Grabczak EM, Light RW. Pleural manometry-historical background, rationale for use and methods of measurement. *Respir Med.* 2018;136:21-8. DOI: [10.1016/j.rmed.2018.01.013](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.013) PMID: 29501243
- Huggins JT, Doelken P. Pleural manometry. *Clin Chest Med.* 2006;27(2):229-40. DOI: [10.1016/j.ccm.2005.12.007](https://doi.org/10.1016/j.ccm.2005.12.007) PMID: 16716815
- Huggins JT, Doelken P, Sahn SA. The unexpandable lung. *F1000 Med Rep.* 2010;2:77. DOI: [10.3410/M2-77](https://doi.org/10.3410/M2-77) PMID: 21173837
- Boshuizen RC, Vincent AD, van den Heuvel MM. Comparison of modified Borg scale and visual analog scale dyspnea scores in predicting re-intervention after drainage of malignant pleural effusion. *Support Care Cancer.* 2013;21(11):3109-16. DOI: [10.1007/s00520-013-1895-3](https://doi.org/10.1007/s00520-013-1895-3) PMID: 23842597
- Mishra EK, Corcoran JP, Hallifax RJ, Stradling J, Maskell NA, Rahman NM. Defining the minimal important difference for the visual analogue scale assessing dyspnea in patients with malignant pleural effusions. *PLoS One.* 2015;10(4):e0123798. DOI: [10.1371/journal.pone.0123798](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123798) PMID: 25874452
- Psallidas I, Yousuf A, Talwar A, Hallifax RJ, Mishra EK, Corcoran JP, et al. Assessment of patient-reported outcome measures in pleural interventions. *BMJ Open Respir Res.* 2017;4(1):e000171. DOI: [10.1136/bmjresp-2016-000171](https://doi.org/10.1136/bmjresp-2016-000171) PMID: 28883922
- Petrov R, Bakhos C, Abbas AE. Management of Malignant Lung Entrapment, the Oncothorax. *Thorac Surg Clin.* 2018;28(1):81-90. DOI: [10.1016/j.thorsurg.2017.08.009](https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2017.08.009) PMID: 29150040
- Lentz RJ, Lerner AD, Pannu JK, Merrick CM, Roller L, Walston C, et al. Routine monitoring with pleural manometry during therapeutic large-volume thoracentesis to prevent pleural-pressure-related complications: a multicentre, single-blind randomised controlled trial. *Lancet Respir Med.* 2019;7(5):447-55. DOI: [10.1016/S2213-2600\(18\)30421-1](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30421-1) PMID: 30772283
- Villena V, López-Encuentra A, Pozo F, De-Pablo A, Martín-Escribano P. Measurement of pleural pressure during therapeutic thoracentesis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162(4 Pt 1):1534-8. DOI: [10.1164/ajrccm.162.4.9907047](https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.4.9907047) PMID: 11029373
- Feller-Kopman D, Walkey A, Berkowitz D, Ernst A. The relationship of pleural pressure to symptom development during therapeutic thoracentesis. *Chest.* 2006;129(6):1556-60. DOI: [10.1378/chest.129.6.1556](https://doi.org/10.1378/chest.129.6.1556) PMID: 16778274