

Grzegorz Mysiorski¹, Iwona Witkiewicz¹, Roman Sowiński²

¹I Oddział Gruźlicy i Chorób Płuc Specjalistycznego Szpitala im. prof. A. Sokołowskiego w Szczecinie

Ordynator: lek. Iwona Witkiewicz

²Pracownia Radiologii Specjalistycznego Szpitala im. Prof. A. Sokołowskiego w Szczecinie

Kierownik: lek. J. Jakubowska-Grzeszyk

Miejsce ultrasonografii w diagnostyce pulmonologicznej

The role of the ultrasonography in pulmonary diagnostics

Abstract

This article presents a review of ultrasonographic methods and their usefulness in pulmonary diagnostics. Because of its advantages ultrasonography offers a quick, cheap, and safe diagnostics of variety of pulmonary diseases. The role of ultrasound in diagnostics of lung neoplasms, pleural, diaphragma, pericardium and vessels pathology was described. Some restrictions of this tool were mentioned. The newest methods of endobronchial ultrasound were also discussed.

Key words: ultrasonography, pulmonology

Pneumonol. Alergol. Pol. 2008; 76: 155–159

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd różnych metod i technik ultrasonograficznych pod kątem ich przydatności w diagnostyce pulmonologicznej. Ultrasonografia — dzięki swym licznym zaletom — stanowi obecnie bardzo ważne i cenne ogniwo procesu diagnostycznego, umożliwiając szybkie, tanie i bezpieczne rozpoznawanie wielu chorób układu oddechowego. Omówiono rolę USG w diagnostyce nowotworów płuca, chorób opłucnej, w ocenie przepony, osierdza i naczyń. Zaprezentowano też najnowsze metody ultrasonografii wewnątrzoskrzelowej. Wspomniano również o pewnych ograniczeniach tej metody.

Słowa kluczowe: ultrasonografia, pulmonologia

Pneumonol. Alergol. Pol. 2008; 76: 155–159

Ultrasonografia jest metodą diagnostyczną wprowadzoną do powszechnej praktyki klinicznej w latach 70. ubiegłego stulecia. Badanie jest bezpieczne zarówno dla pacjenta, jak i personelu, a przy tym stosunkowo tanie, niezasochłonne i łatwo dostępne. Z tego względu ultrasonografia szybko zajęła ważne miejsce w diagnostyce ginekologiczno-położniczej, kardiologicznej oraz szerszej jamy brzusznej. Stopniowo zaczęto też rozszerzać jej zakres na inne obszary anatomiczne, w tym również na obszar klatki piersiowej. W tym zakresie następowało to jednak z pewnymi oporami wynikającymi z samych ograniczeń technicznych tej metody, jak również z uwarunkowań ana-

tomicznych specyficznych dla układu oddechowego. Ultrasonografia medyczna opiera się bowiem na generowaniu fali ultradźwiękowej i następowej rejestracji odbitej fali powrotnej powstającej podczas przechodzenia przez określone struktury tkankowe. Aby otrzymać obraz ultrasonograficzny, niezbędny jest bezpośredni kontakt głowicy ultradźwiękowej z powierzchnią ciała. Na dalsze rozchodzenie się ultradźwięków w organizmie ma wpływ gęstość i struktura — tak zwana impedancja akustyczna tkanek, różna dla poszczególnych narządów [1]. Dobrze przewodzącym medium są tkanki miękkie, w tym narządy mięsiste oraz płyny. Barię dla ultradźwięków stanowi nato-

Adres do korespondencji: Grzegorz Mysiorski, I Oddział Chorób Płuc, Szpital Specjalistyczny, ul. Sokołowskiego 11, 70–891 Szczecin, e-mail: mygreg@poczta.onet.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 3.10.2007 r.

Copyright © 2008 Via Medica

ISSN 0867–7077

miast tkanka kostna, która je absorbuje, oraz powietrze, które je odbija. Właśnie takie warunki zachodzą w przypadku płuc; są one bowiem otoczone strukturami kostnymi klatki piersiowej, takimi jak: kręgi, żebra, mostek, łopatki, obojczyki, co utrudnia penetrację ultradźwięków. Dodatkowo samo powietrze zawarte w pęcherzykach płucnych tłumi transmisję ultradźwięków. Te uwarunkowania sprawiają, że ultrasonografia transtorakalna nie pozwala na ocenę prawidłowo upowietrzonego płuca oraz zmian wewnątrzplucnych niemających kontaktu z opłucną, a także zmian przylegających do opłucnej, ale położonych zamostkowo, załopatkowo lub przykręgosłupowo. Natomiast wszystkie pozostałe zmiany opłucnowe i płucne przylegające do ściany klatki piersiowej są dostępne badaniu ultrasonograficznemu, przez co możliwa jest wizualna ocena ich charakteru, obserwacja ich dynamiki w toku leczenia oraz wykonywanie celowanych procedur diagnostycznych lub terapeutycznych takich jak biopsje. Uznanymi wskazaniem do badania USG w pulmonologii są: zmiany w obrębie ściany klatki piersiowej, zmiany opłucnowe i zmiany przysięcienne w samym miąższu płucnym, chociaż ukazały się pojedyncze prace, w których wskazywano na pewną przydatność USG w wykrywaniu i monitorowaniu odmy po biopsji płuca, a nawet w diagnostyce zmian rozsianych w płucach w przypadku podejrzenia choroby śródmiąższowej [2–4]. Badania transtorakalne wykonuje się przy użyciu różnego typu głowic, jednak najbardziej przydatna jest głowica typu convex, o częstotliwości 3–5 MHz.

W zakresie ściany klatki piersiowej badanie ultrasonograficzne umożliwia nie tylko ocenę guzów łagodnych i złośliwych, ale również może być uzupełnieniem badań radiologicznych w przypadku wątpliwości dotyczących złamań żeber, mostka, czy też rozejścia się mostka po zabiegu kardiochirurgicznym.

Ultrasonografia opłucnej umożliwia zobrazowanie zmian typu: zgrubienia, zrosty, płyn lub rozrost nowotworowy. W przypadku zrostów czy zgrubień jest to metoda oceny skuteczności kinezyterapii, a w przypadku płynu pozwala ona na dokładne określenie zarówno jego umiejscowienia, jak i ilości — nawet tych śladowych — rzędu kilku mililitrów. Tu USG znacznie przewyższa tradycyjne badanie radiologiczne, a nawet jest czulsze niż tomografia komputerowa — metody te pozwalają bowiem wykryć płyn dopiero, gdy jego ilość sięga kilkudziesięciu mililitrów [5]. Ultrasonografia dostarcza także pewnych informacji na temat charakteru płynu, istnieją bowiem zespoły cech ultrasonograficznych, których występowanie jest uzależnione od rodzaju płynu. W przesięku płyn jest w zasadzie bezechowy, w wysięku para-

pneumonicznym jego echogeniczność jest podwyższona, a w ropniaku płyn ma charakter heterogenny, zawiera hiperechogeniczne wtręty włóknika, a w późnym okresie widoczne mogą być przegrody między komorami ropniaka oraz zgrubienie opłucnej.

Zróżnicowanie w obrazie ultrasonograficznym występuje również w przypadku zmian płucnych — naciek zapalny, niedodma, zawał czy guz płuca — każde z nich wykazuje w tym badaniu inną morfologię. Z doświadczenia ośrodka autora wynika, że jest to także dobra metoda do rozpoznawania zmian w przedniej zatoce przeponowej, takich jak: torbiel celomatyczna czy tłuszcz okołosierdziowy.

Mimo że doświadczony ultrasonografista często jest w stanie trafnie określić charakter wykrytej zmiany jedynie na podstawie jej obrazu ultrasonograficznego, to należy podkreślić, że wyniki badań przeprowadzonych tą metodą winny być rozpatrywane w kontekście całości badania lekarskiego oraz innych badań dodatkowych. Samo uwidocznienie patologii może nie wystarczyć do ustalenia ostatecznego rozpoznania, często w tym celu konieczne jest pobranie materiału tkankowego do badań cytopatologicznych lub mikrobiologicznych. Tu otwiera się pole dla mało inwazyjnych ultrasonograficznych procedur diagnostycznych i terapeutycznych. Ultrasonografia jako metoda precyzyjnego obrazowania w czasie rzeczywistym umożliwia wykonywanie celowanych biopsji cienkoigłowych zmian, pozwala też na ustalenie optymalnego miejsca do punkcji diagnostycznej lub odbarczającej płynu opłucnowego lub na wybór miejsca wprowadzenia drenu do komory ropniaka.

Kolejnym ważnym zastosowaniem USG jest ocena zaawansowania klasyfikacji TNM (*Tumor, Node, Metastases*) nowotworów płuc. W zakresie cechy T za pomocą ultrasonografii można stwierdzić naciekanie guza na ścianę klatki piersiowej, przeponę lub osierdzie. Innym elementem oceny stopnia zaawansowania jest badanie okolic nadobojczykowych i jamy brzusznej pod kątem obecności ewentualnych ognisk metastatycznych. Dane z piśmiennictwa wskazują na różną częstość występowania przerzutów nowotworowych w węzłach nadobojczykowych, sięgającą od 5 do 42% [6–9]. Do badania powierzchownych węzłów chłonnych wymagana jest głowica liniowa o częstotliwości 7–10 MHz. W ośrodku autora właśnie badanie USG jest niejednokrotnie tym, które rozstrzyga o rozpoznaniu, a w połączeniu z tomografią komputerową (TK) klatki piersiowej — również o dalszym postępowaniu leczniczym. W przypadku stwierdzenia zmian ogniskowych w wątrobie, patologicznego powiększenia nadnerczy, węzłów chłonnych nadobojczykowych lub zaotrzewnowych wykonywana jest biopsja. Dodatni wynik, czyli

stwierdzenie komórek raka niedrobnokomórkowego, lokuje tych chorych automatycznie w stopniu IIIB lub IV zaawansowania klinicznego, dyskwalifikując ich tym samym z leczenia operacyjnego. Rozpoznanie — dzięki biopsji — odległego ogniska przerzutowego postaci uogólnionej raka drobnokomórkowego nie tylko umożliwia szybkie postawienie diagnozy, ale również pomaga w określeniu rozległości procesu chorobowego i umożliwia niezwłoczne wdrożenie odpowiedniego leczenia. W obu tych przypadkach USG pozwala znacznie skrócić diagnostykę, oszczędzić choremu dalszych obciążających badań, a placówce — kosztów. Jest to szczególnie istotne w przypadku pacjentów w złym stanie ogólnym, w przypadku których diagnostyka winna się opierać przede wszystkim na krótkotrwałych i nieobciążających procedurach.

Oczywiście, nie każde powiększenie węzłów chłonnych nadobojczykowych ma charakter nowotworowy. W badaniu Tsunodo-Shimizu obejmującym ponad 500 zdrowych ochotników powiększone węzły chłonne tego regionu stwierdzono aż u blisko 16% [10]. Za ultrasonograficzne cechy nie nowotworowego powiększenia węzła uznaje się jego płaski i wrzecionowaty kształt, stosunek długości do szerokości ponad 1,8, szerokość poniżej 5 mm, obecność hiperechogenicznej wnęki oraz brak cech patologicznego ukrwienia w badaniu dopplerowskim [10–13]. Ponieważ nie są to cechy dające 100% pewności, regułą w tutejszym ośrodku stało się wykonywanie biopsji w każdym przypadku powiększenia węzła nadobojczykowego. Badanie cytologiczne biopsji może wykazać również inną przyczynę limfadenopatii, na przykład gruźlicę, sarkoidozę, ziarnicę złośliwą lub odczynowy jej charakter w przebiegu infekcji. Jak wykazali Lohela i wsp., 1 na 10 pacjentów z sarkoidozą ma powiększone węzły nadobojczykowe — wykonana biopsja w większości przypadków dawała sugestyny dla tej choroby obraz cytologiczny, co pozwalało zakończyć diagnostykę na tym etapie [14].

Ultrasonografia jest dobrą metodą służącą do oceny czynności przepony. Zakres jej ruchów oddechowych może być upośledzony wskutek zrostów albo paradoksalnie zmieniony w wyniku uszkodzenia nerwu przeponowego na tle urazu lub nacieku nowotworowego. Jest to metoda szczególnie przydatna, gdy w jamie opłucnowej jest płyn i w tradycyjnym badaniu radiologicznym oraz w skopii zarysy przepony nie są dobrze widoczne. Niekiedy nieprawidłowe ustawienie przepony jest wynikiem procesów chorobowych toczących się w jamie brzusznej, co również może potwierdzić badanie USG.

Kolejne zastosowanie ultrasonografii w diagnostyce pulmonologicznej dotyczy badań serca

oraz naczyń. Badanie ultrasonograficzne serca jest rutynowym elementem przedoperacyjnej oceny pacjentów obciążonych kardiologicznie, a kwalifikowanych do planowych operacji torakochirurgicznych. Ocena prawej połowy serca i tętnicy płucnej jest szczególnie ważna w przypadku pierwotnego nadciśnienia płucnego lub nadciśnienia płucnego wtórnego w przebiegu obturacyjnych czy restrykcyjnych chorób płuc bądź schorzeń płucnego łożyska naczyniowego na tle zakrzepowo-zatorowym lub zapalnym. Wielkość jam prawej połowy serca, grubość mięśnia sercowego, jego kurczliwość, funkcja zastawki trójdzielnej i przegrody międzykomorowej, obecność ewentualnych skrzepin oraz wartość ciśnienia w tętnicy płucnej to parametry niezwykle istotne dla rozpoznania i leczenia wspomnianych schorzeń [15]. Szczególną sytuacją kliniczną, w której wykorzystuje się różne metody diagnostyki ultrasonograficznej, jest podejrzenie zatorowości płucnej. Jednostka ta wciąż sprawia trudności diagnostyczne, czego wynikiem jest jej niska rozpoznawalność. Tymczasem już konwencjonalne badanie USG serca może znacznie przybliżyć ustalenie właściwego rozpoznania, zwłaszcza w przypadku ujawnienia skrzepin w jamach prawej połowy serca, pniu tętnicy płucnej lub stwierdzenia cech nadciśnienia płucnego. Prawdopodobieństwo potwierdzenia zatorowości płucnej istotnie się zwiększa dzięki badaniu USG żył kończyn dolnych, szczególnie jeżeli wykaże ono cechy procesu zakrzepowego w ich obrębie. Pomocne w diagnostyce jest też USG przezprzełykowe zapewniające lepszy dostęp do proksymalnych podziałów pnia tętnicy płucnej [16].

Inna sytuacja kliniczna, w której ultrasonografia naczyniowa jest przydatna, to zespół żyły głównej górnej, w przebiegu którego dochodzi do poszerzenia światła jednej lub obu żył szyjnych wewnętrznych, zwolnienia przepływu krwi, wystąpienia obrazu hiperechogenicznej krwi i — niejednokrotnie — obecności wewnątrznacyniowych zakrzepów. Kolejnym zastosowaniem USG jest badanie osierdzia. Metoda ta jest niezwykle przydatna w przypadku obecności płynu, pozwala bowiem na bezpieczne monitorowanie nakłucia.

We wstępie wspomniano o pewnych ograniczeniach ultrasonografii transtorakalnej w badaniu układu oddechowego. W ostatnich latach udało się je częściowo ominąć dzięki zminiaturyzowaniu głowic ultrasonograficznych i przystosowaniu ich do aplikacji metodami endoskopowymi. Aktualnie dostępne są 2 uzupełniające się systemy: EBUS (*endobronchial ultrasonography*) oraz EUS (*endoscopic ultrasonography*) [17]. System EBUS to połączenie konwencjonalnego bronchofiberoskopu

z niewielką głowicą ultradźwiękową instalowaną na jego końcu. W zależności od potrzeb stosowane są różne rodzaje głowic. Jedną z nich jest głowica liniowa o częstotliwości 7,5 MHz, która umożliwia wykrycie położonych przyoskrzelowo zmian naciekowych oraz powiększonych węzłów chłonnych śródpiersia przytchawicznych górnych i dolnych, zatchawicznych, okołoaortalnych, podostrogowych, wnękowych oraz międzypłatowych (grupy 2–7, 10, 11 wg Naruki) i wykonywanie biopsji transbronchialnych tych zmian pod kontrolą USG [17, 18]. Aparat jest wyposażony w opcję Dopplera pozwalającą na uwidocznienie naczyń krwionośnych, co znacznie podnosi bezpieczeństwo tej procedury. Inne możliwości daje głowica radialna o częstotliwości 20 MHz. Generowany przy jej użyciu obraz obejmuje całe otoczenie oskrzela w promieniu 360°, a nie — jak w przypadku głowicy liniowej — tylko wybranego sektora. Dzięki wyższej częstotliwości obraz oglądanych struktur zawiera dużo więcej szczegółów. Jak wykazał w swojej pracy Kurimoto, głowica ta może być wykorzystana do substrukturalnej oceny ściany oskrzela, pozwala bowiem na wyodrębnienie w niej 5 różnych warstw w części zawierającej chrząstkę, a 3 w części błonistej [19]. Podobne obserwacje poczynił Irani. Wykazał on, że analiza grubości tych warstw może dostarczać informacji przydatnych w monitorowaniu czynności przeszczepionego płuca, zwłaszcza w aspekcie wykrycia reakcji odrzutu lub infekcji [20]. Głowica radialna znajduje też zastosowanie w detekcji wczesnych postaci raka. Umożliwia uwidocznienie już 2–3-milimetrowych zmian podśluzówkowych, zlokalizowanych śródściennie, nawet *carcinoma in situ* [17]. Precyzyjne ustalenie zasięgu i umiejscowienia zmiany jest kluczowe dla decyzji o marginesie ewentualnej resekcji lub typie leczenia endoskopowego (terapia fotodynamiczna, brachyterapia). W przypadku rozrostu zewnątrzoskrzelowego można dokładniej niż w tomografii komputerowej ocenić stopień inwazji zmiany w stosunku do naczyń, oskrzeli lub przełyku — odróżnić modelowanie przyległych do niej struktur spowodowane „efektem masy” od faktycznego naciekania [17]. Rozszerzeniem możliwości głowicy radialnej umieszczonej na końcu bronchofiberoskopu jest minigłowica radialna umieszczona na końcu wysuwanego cewnika, którą można poprzez kanał bronchofiberoskopu wprowadzić do dalszych odcinków drzewa oskrzelowego i uwidocznić zmianę ogniskową zlokalizowaną na obwodzie płuca [21].

Podobną w koncepcji do systemu EBUS jest metoda EUS. W badaniu tym wykorzystuje się gastroskop wyposażony w głowicę ultradźwiękową.

Podczas badania przełyku możliwe jest uwidocznienie oraz wykonanie biopsji węzłów przytchawicznych, zatchawicznych, okołoaortalnych, okołoprzełykowych i więzadła płucnego (grupy 2–9 wg Naruki), natomiast projekcja wewnątrzżołądkowa umożliwia ocenę okolicy lewego nadnercza jako możliwej lokalizacji przerzutów raka płuc — okolicę tę zwykle trudno zobrazować w badaniu przepłokowym jamy brzusznej [17, 22].

Jak widać, ultrasonografia endoskopowa wykazuje niezwykłą przydatność w ocenie zaawansowania nowotworów płuc. Użycie obu wyżej omówionych metod pozwala na diagnostykę obrazową i cytologiczną niemal wszystkich śródpiersiowych stacji węzłowych. Poza zasięgiem pozostają jedynie peryferyjne grupy węzłowe: wewnątrzpłatowe, segmentalne czy subsegmentalne. Obszar śródpiersia podlegający ocenie w badaniach EBUS i EUS jest szerszy od dostępnego w mediastinoskopii, w przypadku której możliwe jest jedynie pobranie reprezentatywnych węzłów przytchawicznych górnych i dolnych, podostrogowych i okołoaortalnych (grupy 2, 4, 6, 7 wg Naruki). Wewnątrzoskrzelowa ultrasonografia przy porównywalnie wysokiej czułości jak mediastinoskopia jest zdecydowanie mniej obciążająca dla pacjenta, mniej kosztowna i — co ważne — możliwa do wykonania w warunkach oddziałów zachowawczych [17]. Z uwagi jednak na bardzo ograniczony dostęp do metod EBUS i EUS, jak również wciąż eksperymentalny ich charakter, obowiązującym standardem oceny obecności przerzutów w węzłach chłonnych śródpiersia jest mediastinoskopia modo Karlens, uzupełniana w określonych sytuacjach innymi procedurami operacyjnymi, takimi jak: mediastinotomia przyrostkowa modo Chamberlain, operacyjna obustronna rozszerzona limfadenektomia śródpiersiowa (TEMLA, *transcervical extended mediastinal lymphadenectomy*) i wideotorakoskopia.

Równie korzystnie, zarówno w zakresie kosztów, jak też efektywności diagnostycznej, wypada porównanie wewnątrzoskrzelowego USG z metodami obrazowymi typu tomografia komputerowa (TK) czy pozytronowa tomografia emisyjna (PET, *positron emission tomography*). Czułość tych metod wynosi 57% (TK), 73% (PET), 94% (EBUS), a specyficzność odpowiednio — 74% (TK), 83% (PET) i aż 100% dla EBUS połączonego z biopsją aspiracyjną [23]. Wadą zarówno badania TK, jak i PET jest odsetek wyników fałszywie dodatnich i ujemnych. W przypadku TK za patologiczny uznaje się węzeł o wielkości ponad 1 cm, choć, oczywiście, zdarzają się przypadki „ujemnych”, to znaczy niezmiennych nowotworowo węzłów większych

niż 1 cm, jak również węzłów „dodatnich”, o wielkości poniżej 1 cm [17, 22, 24]. Należy zaznaczyć, że węzły wielkości poniżej 5 mm są słabo rozpoznawalne w tomografii komputerowej, a dodatkową wadą tej metody jest ekspozycja na promieniowanie rentgenowskie [17]. Badanie PET, choć całkowicie bezpieczne, również nie jest wolne od błędnych wyników. Część z nich wynika z samej techniki badania opartej na rejestracji tkankowego metabolizmu glukozy. Jest on wzmożony zarówno w tkance nowotworowej, jak i zmienionej zapalnie. Stanowi to potencjalne źródło wyników fałszywie dodatnich, które mogą prowadzić do błędnego uznania ogniska zapalnego za nowotworowe [17]. Wynik fałszywie ujemny może wystąpić w przypadku małych, subcentymetrowych zmian lub ognisk nowotworowych o niskim poziomie metabolizmu. Jest to wspólna cecha badań obrazowych — wizualizują one jedynie zmianę, natomiast ostatecznie o etiologii zmian, w przypadku których podejrzewa się charakter nowotworowy, może rozstrzygnąć jedynie badanie anatomiczne reprezentatywnej próbki. W tym zakresie metoda ultrasonografii wewnątrzopłucnowej wykazuje swoją dużą wartość. W badaniu EBUS czy EUS wprawny badacz jest w stanie uzyskać materiał biopsyjny już z kilkumilimetrowej zmiany.

Przedstawiony powyżej przegląd metod ultrasonograficznych wskazuje na ich bardzo szerokie zastosowanie w diagnostyce i leczeniu chorób układu oddechowego. Tradycyjne przeglądowe zdjęcie klatki piersiowej pozostaje nadal najbardziej dostępną i najtańszą metodą pozwalającą w wielu przypadkach wykryć ewentualną patologię płucną, choć standardy — z uwagi na wyższą czułość — zalecają wykonanie TK klatki piersiowej o niskich dawkach (*low-dose spiral chest CT*) jako metody przesiewowej w przypadku raka płuca. Ultrasonografia natomiast jest bardzo cennym uzupełnieniem metod radiologicznych, niejednokrotnie pozwala bowiem dokładniej określić charakter wykrytej zmiany lub nawet rozstrzygnąć o ostatecznym rozpoznaniu. Dzięki wysokiej jakości obrazowania daje ona możliwość oceny zmian na poziomie ultrastrukturalnym, dostarczając precyzyjnych informacji niemożliwych do uzyskania innymi metodami.

Choć badanie ultrasonograficzne jest proste, otrzymanie wiarygodnych wyników wymaga od badacza dużej wprawy i doświadczenia, co można osiągnąć tylko intensywnym szkoleniem i odpowiednią liczbą regularnie wykonywanych badań (ok. 2000 rocznie).

Piśmiennictwo

1. Kremer H., Dobrinski W. Diagnostyka ultrasonograficzna. Urban & Partner, Wrocław 1996: 3.
2. Sartori S., Tombesi P., Trevisani L., Nielsen I., Tassinari D., Abbasciano V. Accuracy of transthoracic sonography in detection of pneumothorax after sonographically guided lung biopsy: prospective comparison with chest radiography. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 37–41.
3. Volpicelli G., Mussa A., Garofalo G. i wsp. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am. J. Emerg. Med.* 2006; 24: 689–696.
4. Alptekin B., Tran DT., Lisbon A., Kaynar AM. Bedside ultrasonography in the differential diagnosis of pulmonary pathologies in the intensive care unit. *J. Clin. Anesth.* 2006; 18: 534–536.
5. Droszcz W. Choroby opłucnej. PZWL, Warszawa 1997: 33–39.
6. Sowiński R. Ocena przydatności oligobiopsji cienkoigłowej niewyczuwalnych węzłów chłonnych nadobojczykowych wykonywanych pod kontrolą usg do wykrywania przerzutów raka płuca. Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych. Pomorska Akademia Medyczna, Szczecin 2000.
7. Kumaran M., Benamore R.E., Vaidhyanath R. i wsp. Ultrasound guided cytological aspiration of supraclavicular lymph nodes in patients with suspected lung cancer. *Thorax* 2005; 60: 229–233.
8. van Overhagen H., Brakel K., Heijenbrok M.W. i wsp. Metastases in supraclavicular lymph nodes in lung cancer: assessment with palpation, US, and CT. *Radiology* 2004; 232: 75–80.
9. Ziara D., Dzieliński J., Oklek K., Jastrzębski D., Cieślowski J., Kozielski J. Ocena przydatności badania palpacyjnego i biopsji Daniela w wykrywaniu przerzutów nowotworowych do węzłów zmięśni pochyłych i węzłów nadobojczykowych u chorych na raka płuca. *Pneumonologia i Alergologia Polska* 1996; 64: 437–443.
10. Tsunodo-Shimizu H., Saida Y. Ultrasonographic visibility of supraclavicular lymph nodes in normal subjects. *J. Ultrasound Med.* 1997; 16: 481–483.
11. Nishikawa H. Evaluation of lymph nodes metastasis in lung cancer by endoscopic ultrasonography. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 1993; 53: 41–49.
12. Giovagnorio F. Doppler color in superficial adenopathies. *Radiol. Med. (Torino)* 1999; 97: 148–152.
13. Ahuja A., Ying M., Yuen Y.H., Metreweli C. Power Doppler sonography of cervical lymphadenopathy. *Clin. Radiol.* 2001; 56: 965–969.
14. Lohela P., Tikkakoski T., Strengell L., Mikkola S., Koskinen S., Suramo I. Ultrasound-guided fine-needle aspiration cytology of non-palpable supraclavicular lymph nodes in sarcoidosis. *Acta Radiol.* 1996; 37: 896–899.
15. Zieliński J. Przewlekłe serce płucne. PZWL, Warszawa 1996; 107–111.
16. Mathis G. Ultrasound in pulmonary embolism: killing three birds with one stone. *Pneumologie* 2006; 60: 600–606.
17. DVD-ROM "Endoscopic ultrasound in the diagnosis of thoracic diseases" Olympus Europa GmbH, 2005.
18. Krasnik M. Endobronchial ultrasound in thoracic surgery: significance for the diagnosis of lung cancer. 5th Interdisciplinary Training Course, Szekesfehervar, Hungary. Materiały z kursu. 2006; 5.
19. Kurimoto N., Murayama M., Yoshioka S., Nishisaka T., Inai K., Dohi K. Assessment of usefulness of endobronchial ultrasonography in determination of depth of tracheobronchial tumor invasion. *Chest* 1999; 115: 1500–1569.
20. Irani S., Hess T., Hofer M. i wsp. Endobronchial ultrasonography for the quantitative assessment of bronchial mural structures in lung transplant recipients. *Chest* 2006; 129: 349–355.
21. Kurimoto N., Murayama M., Yoshioka S., Nishisaka T. Analysis of the internal structure of peripheral pulmonary lesions using endobronchial ultrasonography. *Chest* 2002; 122: 1887–1894.
22. Schmulewitz N., Wildi S.M., Varadarajulu S. i wsp. Accuracy of EUS criteria and primary tumor site for identification of mediastinal lymph node metastasis from non-small-cell lung cancer. *Gastrointest. Endosc.* 2004; 59: 205–212.
23. Fritscher-Ravens A., Bohuslavizki K.H., Brandt L. i wsp. Mediastinal lymph node involvement in potentially resectable lung cancer: comparison of CT, positron emission tomography, and endoscopic ultrasonography with and without fine-needle aspiration. *Chest* 2003; 123: 442–451.
24. Arita T., Matsumoto T., Kuramitsu T. i wsp. Is it possible to differentiate malignant mediastinal nodes from benign nodes by size? Reevaluation by CT, transesophageal echocardiography, and nodal specimen. *Chest* 1996; 110: 1004–1008.