

NIEKARDIOLOGICZNA ULTRASONOGRAFIA KLATKI PIERSIOWEJ PSÓW I KOTÓW

CZ. 1. PORÓWNANIE BADANIA USG Z INNYMI METODAMI OBRAZOWYMI, TECHNIKA BADANIA ORAZ PRAWIDŁOWY OBRAZ

Karolina Błasiak, Piotr Błasiak

Szkolenia Vetmedica

Obraz ultrasonograficzny powstaje dzięki odbiciu fali mechanicznej na granicy dwóch ośrodków o różnym stopniu przewodzenia tej fali (1). Na granicy dwóch struktur o różnym oporze elektrycznym fala ultradźwiękowa ulega częściowemu odbiciu, a jej odbita część trafia z powrotem do głowicy. Siła odbicia fali ultradźwiękowej zależy od różnicy oporu elektrycznego tych ośrodków. W przypadku tkanek miękkich różnice są niewielkie, natomiast na granicy między tkanką miękką a powietrzem różnica jest tak znaczna, że ultradźwięki ulegają prawie całkowitemu odbiciu. W efekcie wiązka odbita na granicy wspomnianych ośrodków wraca do głowicy nie penetrując i nie obrazując tkanki płucnej. Dlatego przez wiele lat panowało przekonanie o małej przydatności ultradźwięków w diagnostyce chorób płuc. Okazało się jednak, że szereg chorób płuc przebiega z miejscowym lub uogólnionym zwiększeniem ich uwodnienia, co sprawia, że stają się dostępne w ocenie ultrasono-

graficznej (1-3). W wielu procesach patologicznych tkanka płucna traci powietrze, które zostaje zastąpione płynem lub tkanką i jeśli obszary objęte procesem przylegają do opłucnej, powstają różne artefakty w obrazie USG. Udowodniono, że badanie USG płuc (LUS – lung ultrasound) jest ogromnie przydatne w diagnostyce różnicowej chorób płuc zarówno u ludzi, jak i małych zwierząt, zwłaszcza w diagnostyce zapalenia płuc i nowotworów (4-8).

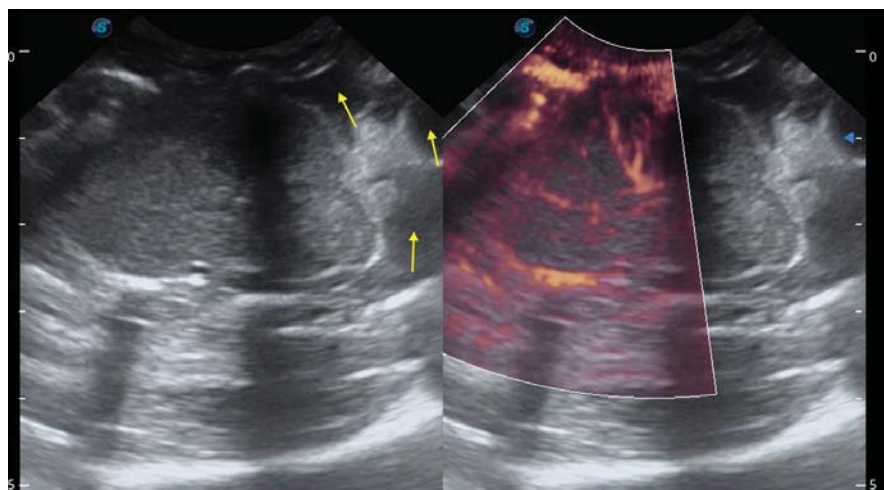
USG, RTG, TK czy endoskopia?

Do niedawna rentgenodiagnostyka była pierwszym badaniem obrazowym, z którego korzystali lekarze przy rozpoznawaniu chorób układu oddechowego.

Ultrasonografia i radiografia klatki piersiowej, jako metody, które nie wymagają szczególnego przygotowania pacjenta do badania, wzajemnie się uzupełniają (9). Powietrze świetnie kontrastuje na zdjęciach RTG, dzięki czemu zmiany otoczone przez powietrze są dobrze wi-

doczne na zdjęciach (9), natomiast te same zmiany w badaniu USG są niedostępne przez powstające artefakty w wyniku całkowitego odbicia wiązki ultradźwięków. W przypadku płynu jest dokładnie odwrotnie. Zmiany otoczone płynem będą bardzo dobrze widoczne w badaniu USG, ale nie na zdjęciach RTG, ponieważ płyn cieniuje w podobnym stopniu względem tkanek miękkich i uniemożliwia ich zróżnicowanie, zaciiera granice narządów i może zasłaniać nawet duże zmiany patologiczne (ryc. 1-2).

W badaniu ultrasonograficznym dobrze widoczne są zmiany zlokalizowane obwodowo, czyli podopłucnowo. Przy odpowiednim doświadczeniu i rzetelności w badaniu czułość tej metody potrafi być porównywalna do tomografii komputerowej. Głębsze obszary są niedostępne z powodu zasłaniających je artefaktów rewerberacji. Jeżeli zmiany są odpowiedniej wielkości, można je zobrazować badaniem radiograficznym. Ponadto badanie radiograficzne często pomaga określić, czy zmiana będzie



Ryc. 1. Chłoniak śródpiersia u kota otoczony aechogennym płynem (strzałki). Po prawej badanie dopplerowskie w trybie MicroFlow Imaging ukazujące rodzaj unaczynienia zmiany rozrostowej.



Ryc. 2. Radiogram klatki piersiowej u tego samego kota. Z powodu obecności wolnego płynu w jamie piersiowej zmiana jest niewidoczna.

widoczna w USG, i jakie należy wykorzystać do jej zobrazowania. Dlatego zawsze, jeśli jest to możliwe i stan pacjenta na to pozwala, warto wykonać oba badania.

TK jest najczulszą z wymienionych metod obrazowania w wykrywaniu drobnych zmian zarówno znajdujących się podopłucnowo, jak i w głębszych obszarach (ryc. 3). Należy jednak pamiętać, że tomografia komputerowa, jak inne badania obrazowe, jest badaniem pomocniczym. Wiele procesów chorobowych wygląda bardzo podobnie, co uniemożliwia precyzyjne rozpoznanie i dlatego ostateczne rozpoznanie powinno być stawiane na podstawie badania histopatologicznego. TK wykorzystuje promieniowanie jonizujące, którego dawka w czasie badania jest wielokrotnie wyższa niż w klasycznym zdjęciu RTG i ze względu na ochronę radiologiczną pacjenta oraz personelu, powinna być stosowana w uzasadnionych przypadkach (10).

W przeciwieństwie do tomografii komputerowej oraz endoskopii, badanie USG nie uwidacznia chorób tchawicy oraz wielu chorób oskrzeli. Liczne stany chorobowe dolnych dróg oddechowych wymagają wykonania badania endoskopowego, które daje możliwość dynamicznej obserwacji poszczególnych struktur. Ułatwia to postawienie trafnej diagnozy, zwłaszcza w przypadku zapadania się tchawicy lub oskrzela (ryc. 4). Endoskopia umożliwia także ocenę zmian w błonie śluzowej tych narządów (ryc. 5) oraz pobranie próbek do badania (10,11). Wartość diagnostyczna obrazowania endoskopowego jest mniejsza w diagnostyce zmian obwodowych z powodu ograniczeń związanych z dotarciem do głęboko położonych struktur, a także w ocenie miąższu płuc (10).

Zarówno do badania TK jak i do badania endoskopowego niezbędne jest znieczulenie ogólne, które może niekorzystnie wpłynąć na stan kliniczny pacjenta.

Non-cardiac ultrasonography of the chest of dogs and cats. Part 1. Comparison of ultrasound examination with other imaging methods, examination technique and correct image.

Non-cardiac ultrasonographic examination of the chest has proven to be an extremely important examination not only in the diagnosis of diseases of the mediastinum, pleural cavities or chest wall, but also lung diseases. Already in the early period of the use of ultrasonic waves in medicine, attempts were made to obtain ultrasonographic images of respiratory system structures. However, due to the total reflection of ultrasound at the boundary of soft tissue and gas, it was considered that ultrasonography is an unsuitable method in the assessment of air organs. Only the experience of the last 20–25 years has shown that ultrasonography has become a fully accepted method in the diagnosis of respiratory diseases in human medicine, which has also been reflected in veterinary medicine.

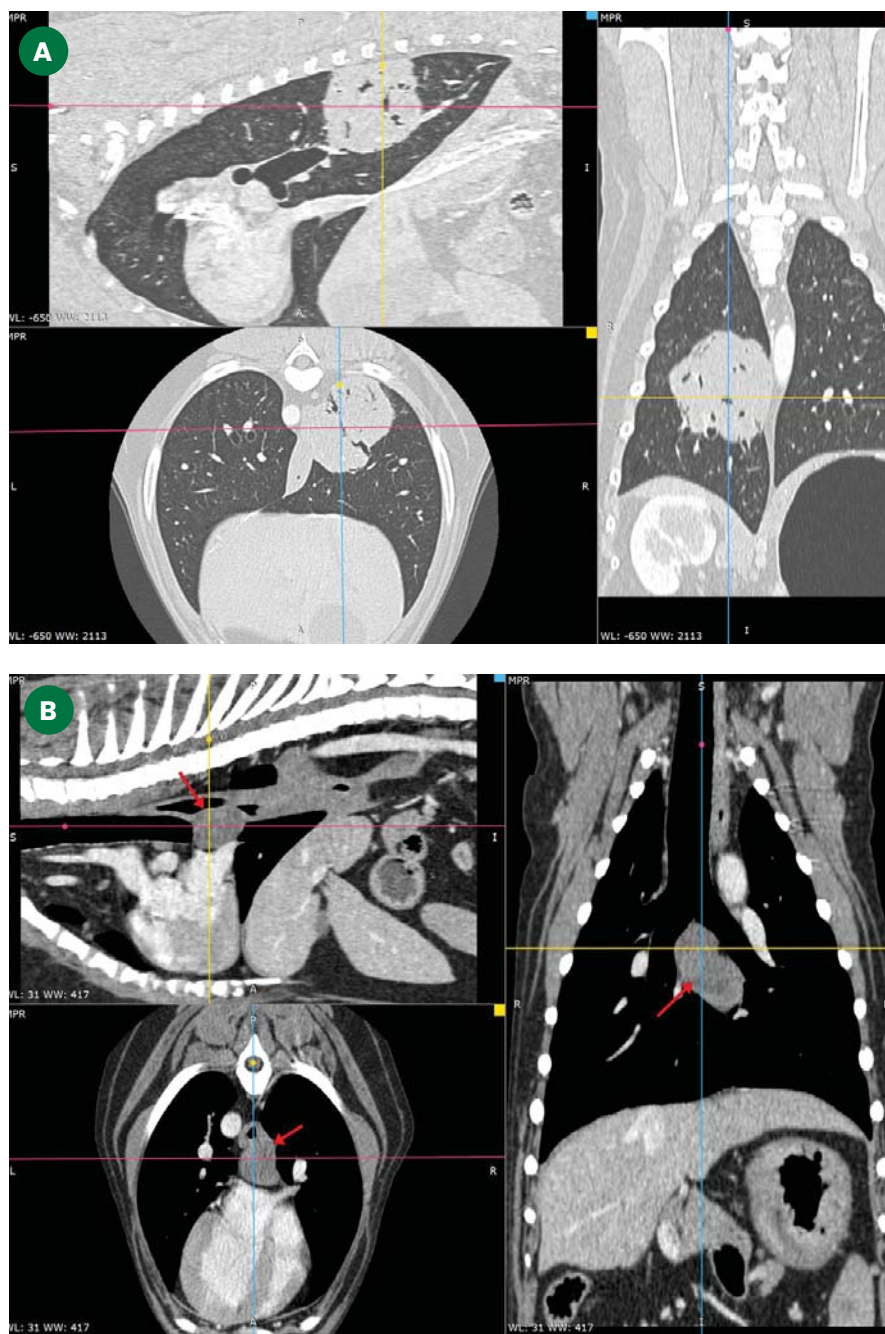
Keywords: ultrasound examination, chest, lungs, dog, cat.

Największą zaletą ultrasonografii względem tomografii komputerowej oraz endoskopii jest jego nieinwazyjność. Wielokrotne powtarzanie badania umożliwia monitorowanie efektów prowadzonej terapii.

Kolejnym atutem jest szybkość wykonania oraz powszechna dostępność aparatury. Nawet starsze ultrasonografy w zupełności wystarczają do niekardiologicznej oceny klatki piersiowej (12, 13).

USG pozwala nie tylko na wykrycie zmian w klatce piersiowej, ale również na pobranie próbek pod kontrolą ultrasonograficzną oraz postawienie ostatecznego rozpoznania.

W różnicowaniu zmian płucnych od zmian ściany klatki piersiowej wnikających do wnętrza klatki piersiowej, USG jest badaniem czulszym względem RTG, ponieważ jest badaniem w czasie rzeczywistym. Zmiany płucne w trakcie ruchów oddechowych będą się przemieszczać (tzw. objaw ślizgania) względem



Ryc. 3. Badanie TK klatki piersiowej psa z guzem płuca (A); zmiany widoczne również w węzłach chłonnych tchawiczo-oskrzelowych (B) (Autor fot. lek. wet. Mateusz Hebel).



Ryc. 4. Umiarkowany obustronny zapad oskrzeli i zmiany wysiękowe u psa w badaniu endoskopowym.



Ryc. 5. Krwotoczne zapalenie lewego oskrzela u psa w badaniu endoskopowym.

wewnętrznej powierzchni ściany klatki piersiowej. Dodatkowo w badaniu sonograficznym z wykorzystaniem technik dopplerowskich można ocenić unaczynienie wykrytej zmiany (ryc. 1).

Udowodniono również większą przydatność badania USG względem RTG w diagnostyce zapalenia płuc i nowotworów u ludzi (6, 8).

W wielu chorobach płuc obraz USG cechuje się znacznie większą dynamiką zmian w porównaniu do obrazu radiograficznego, co można wykorzystać w monitorowaniu przebiegu chorób i oceny skuteczności podjętego leczenia (3, 6, 8, 14, 15).

U pacjentów z ciężką niewydolnością oddechową i dusznością zdjęcia RTG często są niediagnostyczne z powodu nieostrości ruchowej. Ponadto część projekcji radiograficznych, zwłaszcza projekcja brzuszno-grzbietowa (ułożenie na grzbiecie), może doprowadzić do pogorszenia stanu klinicznego zwierzęcia z wodopierciem. Tymczasem badanie USG można przeprowadzić zarówno w ułożeniu leżącym jak i stojącym czy siedzącym. W przypadku duszności zawsze w pierwszej kolejności wykonuje się badanie w pozycji stojącej lub siedzącej, a po wykluczeniu obecności wolnego płynu w jamie opłucnowej można wykorzystać pozostałe ułożenia zwierzęcia.

Technika badania

Wybór głowicy

Do badania klatki piersiowej można użyć aparatu USG wyposażonego w podstawowe funkcje oraz jedną z głowic: sektorową, konweksową lub liniową.

Głowice konweksowe i sektorowe wykorzystywane są do głębszych obszarów np. do uwidocznienia płynu w opłucnej, czy większych konsolidacji tkanki płucnej. Umożliwiają ocenę linii opłucnej i objawu „ślizgania”, ale ze znacznie mniejszą rozdzielczością w porównaniu do głowic liniowych. Głowice konweksowe, dedykowane do badania jamy brzusznej dużych ras psów, charakteryzują się zbyt dużym czołem i nie dają dobrej styczności z powierzchnią ciała w przestrzeni międzyżebrowej, zwłaszcza u małych zwierząt, dlatego nie są wykorzystywane w badaniu USG klatki piersiowej.

W badaniu małych zwierząt zdecydowanie lepiej sprawdzają się głowice mikrokonweksowe charakteryzujące się małym czołem o kształcie ułatwiającym umieszczenie głowicy w przestrzeni międzyżebrowej nawet małych ras psów i kotów. Jednocześnie dają wystarczająco sze-



Ryc. 6. Dostęp międzyżebrowy z prostym przyłożeniem głowicy do żeber.



Ryc. 7. Dostęp międzyżebrowy z równoległym przyłożeniem głowicy do żeber.



Ryc. 8. Dostęp podmostkowy w ułożeniu grzbietowym zwierzęcia. Głowica jest przyłożona tuż za wyrostkiem mieczykowatym mostka, a jej czoło skierowane jest do tyłu.



Ryc. 9. Dostęp do wpustu klatki piersiowej w ułożeniu grzbietowym zwierzęcia. Głowica jest przyłożona w linii środkowej doogonowej części szyi. Czoło głowicy skierowane jest do przodu.

rokie pole skanowania, dzięki któremu można uzyskać odpowiedni obraz z dostępu podmostkowego, również u dużych ras psów przy odpowiednich ustawieniach (zwiększeniu wzmocnienia i głębokości badania oraz zmniejszeniu częstotliwości).

Kardiologiczne głowice sektorowe również mogą być wykorzystywane, zwłaszcza do głębszych obszarów. Mają niewielkie rozmiary i małą powierzchnię przyłożenia, dlatego łatwo nimi manewrować w przestrzeniach międzyżebrowych, w trudno dostępnych miejscach, niestety rozdzielczość obrazu jest niska.

Głowice liniowe ze względu na wysoką częstotliwość fal ultradźwiękowych lepiej obrazują płytkie warstwy. Używane są do oceny ściany klatki piersiowej, diagnostyki zmian w opłucnej, odmy opłucnowej i małych zmian podopłucnowych, zapewniają najlepszą rozdzielczość przy ograniczonej głębokości obrazowania (16). Niestety z powodu dużego czoła trudniej manewrować taką głowicą

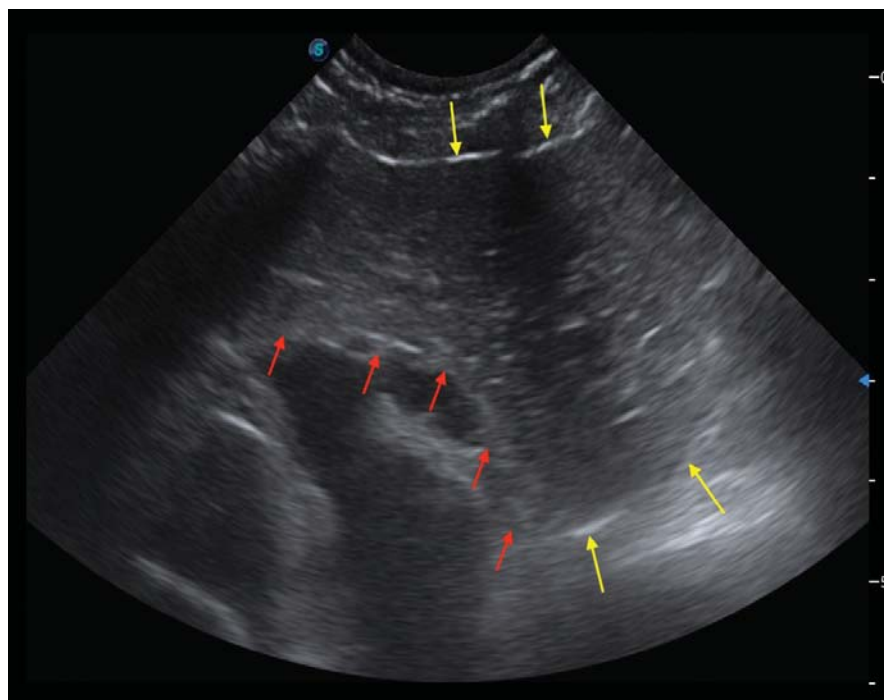
w przestrzeniach międzyżebrowych. Przez duże czoło, wąskie i płytkie pole skanowania nie są wykorzystywane do przyłożenia podmostkowego.

Podsumowując, każda głowica ma swoje zalety. Głowice sektorowe kardiologiczne świetnie sprawdzają się u pacjentów z dusznością, u których szybko i łatwo można potwierdzić lub wykluczyć wolny płyn w jamie opłucnowej. Głowice mikrokonweksowe wykazują podobną skuteczność w diagnostyce wodopiersia i zazwyczaj to właśnie one wykorzystywane są w pierwszej kolejności do badania klatki piersiowej u psów i kotów. Zaletą głowicy mikrokonweksowej jest jej uniwersalność, powszechna dostępność oraz zakres częstotliwości zapewniający dobrą penetrację przy zachowaniu stosunkowo wysokiej rozdzielczości. Po zbadaniu głowicą mikrokonweksową zdecydowanie warto ponownie zbadać klatkę piersiową z wykorzystaniem głowicy liniowej, ponieważ nie powoduje deformacji obrazu i uzyskuje najlepszą jakość.

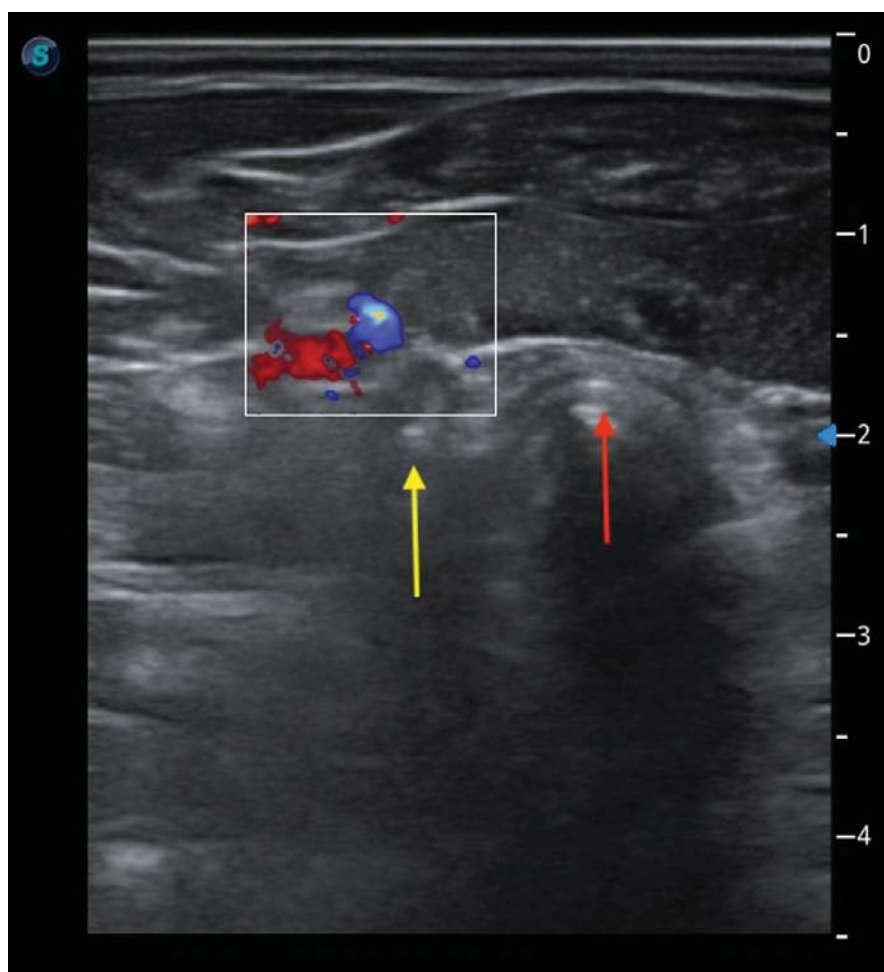
Jest najdokładniejszą głowicą w ocenie linii opłucnej oraz zmian zapalnych i ogniskowych bezpośrednio do niej przylegających. Obecnie w medycynie weterynaryjnej psów i kotów większość aparatów ultrasonograficznych jest wyposażona w głowicę mikrokonweksową i liniową, które umożliwiają bardzo dokładne niekardiologiczne badanie klatki piersiowej.

Ustawienia aparatu

Przy badaniu głowicą konweksową wykorzystuje się ustawienia do badania jamy brzusznej. W przypadku głowicy sektorowej zalecane są ustawienia do badań serca lub jamy brzusznej. Stosując głowicę liniową, używa się ustawień do badania narządów powierzchniowych. Często taki preset jest oznaczony jako preset do badania tarczycy, która jest narządem położonym bardzo powierzchniowo. W aparatach istnieje również możliwość zapisywania własnych presetów, z której warto skorzystać.



Ryc. 10. Duża ilość tkanki tłuszczowej śródpiersia imitująca rozległą konsolidację płuca. Strzałki żółte – granice tkanki tłuszczowej; strzałki czerwone – granice mięśnia sercowego.



Ryc. 11. Obraz wpustu do klatki piersiowej uzyskany z wykorzystaniem kolorowego dopplera. W bramce dopplerowskiej widoczne naczynia krwionośne. Strzałka czerwona – tchawica w przekroju poprzecznym; strzałka żółta – przełyk w przekroju poprzecznym.

Należy dostosować podstawowe parametry, takie jak wzmocnienie (z ang. gain), głębokość badania (z ang. depth lub range) oraz ogniskową (z ang. focus). W badaniu nowoczesnymi aparatami z zaawansowanymi technologiami obrazowania (np. obrazowanie harmoniczne) zalecane jest wyłączenie tych opcji, ponieważ redukują artefakty, a jak już wcześniej wspomniano, przezklatkowe USG płuc opiera się na analizie właśnie artefaktów powstających na granicy ośrodków o różnej impedancji akustycznej.

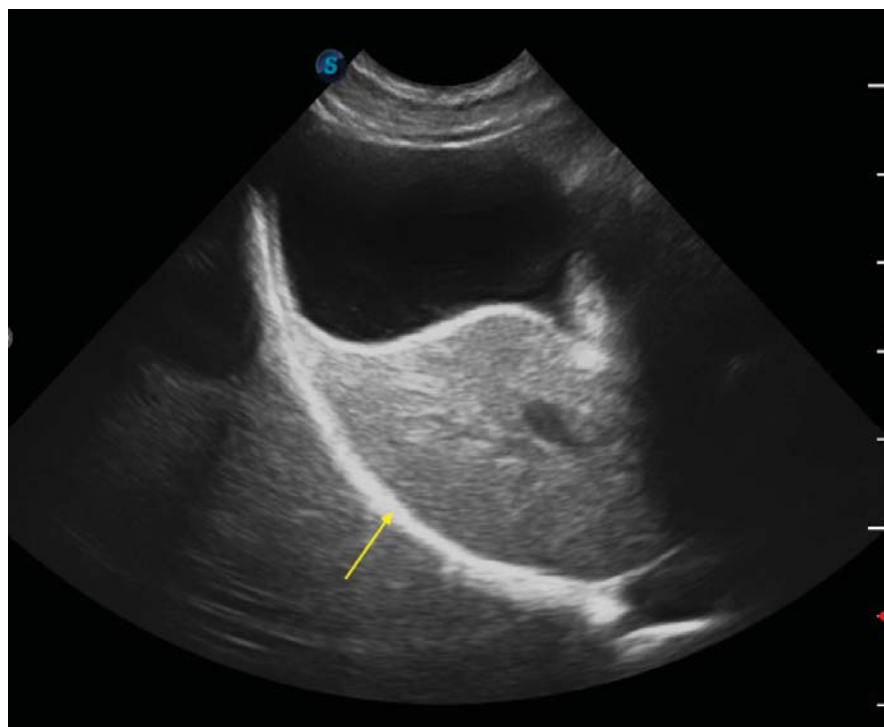
Przygotowanie pacjenta

W celu uzyskania optymalnej jakości obrazu ultrasonograficznego z badanego obszaru należy usunąć okrywą włosową, przemyć skórę alkoholem i pokryć żelem do ultrasonografii, który zapewnia dobry kontakt głowicy ze skórą pacjenta. U niektórych ras psów i kotów z małą ilością podszerstka często rozsuniecie okrywy włosowej i obfite zmozczenie obszaru badania alkoholem pozwala na uzyskanie wystarczająco dobrej jakości obrazu. U pozostałych ras z gęstą okrywą włosową zwykle wygolenie kilku niewielkich miejsc zapewni możliwość uwidocznienia całej dostępnej powierzchni klatki piersiowej, ponieważ elastyczność i ilość skóry pozwala na przemieszczanie wygolonego obszaru i uzyskanie dostępu do oddalonych miejsc. Po wykonanym badaniu pozostała gęsta okrywa włosowa często całkowicie zasłania wygolone obszary. W przypadkach zwierząt z silną dusznością, gdzie czas badania ma istotne znaczenie kliniczne, wygolenie takich 2 obszarów nie wydłuży badania, a znacząco poprawi jakość obrazu. To właśnie brak wygolenia, zwłaszcza u pacjentów z gęstym podszerstkiem, wydłuży badanie, ponieważ operator nie będzie miał odpowiedniej widoczności i nie będzie mógł szybko zobrazować ewentualnych przyczyn stanu klinicznego pacjenta.

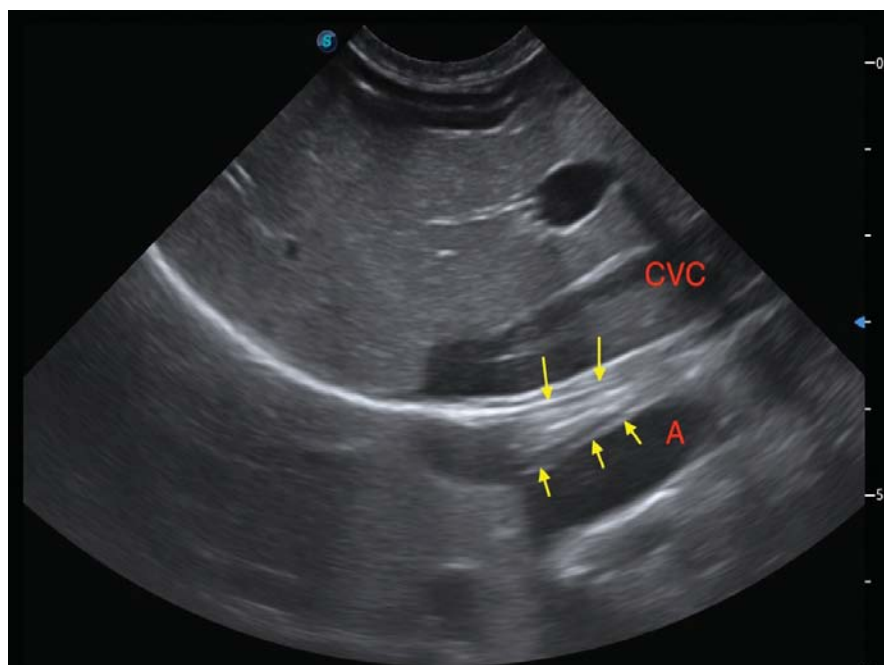
Ułożenie pacjenta

Badanie klatki piersiowej różni się w zależności od stanu klinicznego pacjenta. Zwierzęta z ostrą niewydolnością oddechową bada się według uproszczonego protokołu, który zostanie szczegółowo przedstawiony w kolejnej części artykułu.

U pacjentów stabilnych klinicznie przeprowadza się pełne badanie, obejmujące ocenę całej dostępnej powierzchni klatki piersiowej. Właściwym podejściem jest rozpoczynanie badania za pomocą głowicy mikrokonweksowej



Ryc. 12. Artefakt lustrzanego odbicia powstający przez silnie odbite fale dźwiękowe od kopuły przepony. Część ultradźwięków odbija się od pęcherzyka i wyświetla go w prawidłowym położeniu, ale pewna część ultradźwięków odbitych od skośnie zorientowanej przepony odbija się wielokrotnie, a ich droga powrotna do głowicy ulega wydłużeniu, w związku z czym na ekranie uwidaczniają się 2 pęcherzyki żółciowe i 2 wątroby. Strzałka – granica między przeponą i opłucną.



Ryc. 13. Dystalny odcinek przelyku uwidoczniiony w przekroju podłużnym (żółte strzałki) o naprzemiennej warstwowości ściany i hiperechogenicznym świetle w bliskim sąsiedztwie dużych naczyń (A – aorta, CVC – żyła czcza doogonowa). Głowicę należy przyłożyć wzdłuż linii pośrodkowej ciała za wyrostkiem mieczykowatym mostka, następnie należy wykonać zwrot głowicą o ok. 45° w płaszczyźnie strzałkowej (górny biegun głowicy w stronę prawą pacjenta; dolny biegun głowicy w stronę lewą pacjenta) i pochylić o ok. 45° w stosunku do płaszczyzny czołowej.

o niższej częstotliwości, następnie kontynuowanie badania głowicą liniową o wyższej częstotliwości w celu dokładniejszej weryfikacji i oceny wykrytych nieprawidłowości.

Pacjentów można badać w ułożeniach bocznych, mostkowym i grzbietowym.

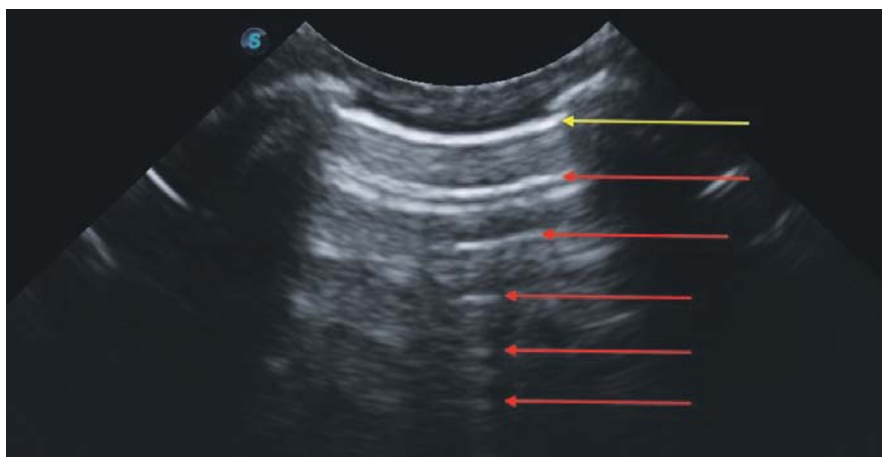
W ultrasonografii klatki piersiowej wykorzystuje się następujące drogi dostępu:

- międzyżebrową (ryc. 6, 7),
- podmostkową (przezwątrobową) (ryc. 8),
- wpustu do klatki piersiowej (ryc. 9).

W przypadku dojścia międzyżebrowego głowicę przykładą się w płaszczyźnie podłużnej (prostopadle do żeber) i poprzecznej (równoległe do żeber) do przestrzeni międzyżebrowej i systematycznie przemieszcza wzdłuż całej przestrzeni z dołu do góry, następnie przechodzi się do kolejnej. Wszystkie przestrzenie, w których dostępne są płuca, należy zbadać zarówno w projekcji podłużnej jak i poprzecznej (ryc. 6, 7). Dostęp międzyżebrowy uwidacznia ścianę klatki piersiowej, powierzchnię płuc, jamę opłucnej oraz dobrzuszną część śródpiersia. W celu zobrazowania przednich płatów płuc oraz śródpiersia przedniego należy mocno wyciągnąć kończyny piersiowe do przodu. Można również wykorzystać położenie na stole do badania echokardiograficznego i uzyskać dostęp do dolnej części klatki piersiowej przez otwór w stole (17). U młodych zwierząt może być widoczna grasica jako dobrze unaczyniona tkanka w dobrzuszej części śródpiersia dogłowo od serca (9). Natomiast u zwierząt otyłych należy uważać, aby nie pomylić tkanki tłuszczowej śródpiersia ze zmianami patologicznymi w klatce piersiowej (ryc. 10).

W przypadku dojścia od wpustu do klatki piersiowej głowicę przykładą się w linii pośrodkowej (ryc. 9), dzięki czemu można ocenić dogłową część śródpiersia przedsercowego, jego duże naczynia krwionośne, część tchawicy i przelyku (ryc. 11). Zazwyczaj wykorzystuje się w tym celu ułożenie grzbietowe (ryc. 9).

W przypadku dojścia podmostkowego, pacjenta również układa się w pozycji grzbietowej. Głowicę przykładą się tuż za wyrostkiem mieczykowatym mostka, a wiązkę kieruje się dogłowo poprzez wątrobę aż do osiągnięcia przepony i opłucnej (ryc. 8). Granica pomiędzy przeponą i opłucną widoczna jest jako krzywoliniowa, mocno hiperechogeniczna linia w dalszym polu badania (ryc. 12). Samej przepony nie różnicuje się od przyległej powierzchni płuca w warunkach fizjologicznych. W warunkach fizjologicznych za przeponą powinien być



Ryc. 14. Prawidłowy obraz płuc i opłucnej w badaniu w płaszczyźnie podłużnej z wykorzystaniem głowicy konweksowej. Strzałka żółta – linia opłucnej, czerwone strzałki – artefakty linii A. Odległość pomiędzy artefaktami linii A jest stała i wynosi tyle, co odległość czoła głowicy od opłucnej.



Ryc. 15. Prawidłowy obraz płuc i opłucnej w badaniu w płaszczyźnie podłużnej z wykorzystaniem głowicy liniowej. Strzałka żółta – linia opłucnej, czerwone strzałki – artefakty linii A. Linie A oraz cienie akustyczne poniżej żeber są bardziej intensywne względem badania głowicą konweksową.

widoczny artefakt lustrzanego odbicia, czyli powinien pojawić się obraz wątroby lub w przypadku lewej części klatki piersiowej – serce (ryc. 12, 13). Przy odpowiednim skierowaniu głowicy można również zobrazować podprzeponowy (brzuszny) odcinek przełyku (ryc. 13).

Prawidłowy obraz

Przykładając głowicę do ściany klatki piersiowej, uzyskujemy obraz poszczególnych jej części – skóry, tkanki tłuszczowej podskórnej, mięśni, powięzi i ścięgien ściany klatki piersiowej, tworzących w obrazie USG naprzemiennie układające się hiperechogeniczne i hipoechogeniczne linie (ryc. 14). Żebra widoczne są jako zaokrąglone hiperechogenne struktury w płaszczyźnie poprzecznej i jako proste hiperechogeniczne struktury w płasz-

czyźnie podłużnej z towarzyszącym im cieniem akustycznym (ryc. 14).

Poniżej ściany klatki piersiowej uwiadczenia się hiperechogeniczne pasmo tzw. „linia opłucnej” (ryc. 14). Termin „linia opłucnej” określa blaszkę opłucnową ścienną i opłucnową oraz szczelinowatą przestrzeń pomiędzy nimi zawierającą fizjologiczną ilość płynu, które zlewają się z całkowitym odbiciem fal akustycznych na granicy upowietrzonego płuca. Odbicie ultradźwięków uniemożliwia uwiadczenie struktur położonych głębiej. Oznacza to, że obraz rzeczywisty to obraz ściany klatki piersiowej, a pozostały obraz (poniżej) to artefakty. Dlatego ogniskowanie (focus) powinno zostać ustawione na wysokości linii opłucnej. Zapewni to dobrą jakość obrazowania struktur ściany klatki piersiowej

i wzmocni powstawanie artefaktów poniżej opłucnej.

Od linii opłucnej powstaje „szum akustyczny” oraz obraz artefaktów linii A, czyli powtarzających się linii, równoległych do czoła głowicy (ryc. 14, 15).

Artefakty linii A są wynikiem rewersacji, czyli wielokrotnego odbicia pomiędzy czołem głowicy, a powierzchnią płuca (ryc. 16). Odległość pomiędzy nimi jest stała i równa odległości od czoła głowicy do linii opłucnej (ryc. 14-16). U pacjentów otyłych z dużą ilością tkanki tłuszczowej podskórnej, linie A mogą być słabo widoczne lub w ogóle nie udaje się ich uwiadczyć (ryc. 17). Również przyłożenie głowicy pod innym kątem niż prostopadły do skóry pacjenta uniemożliwia zobrazowanie artefaktów linii A i może przyczynić się do postawienia błędnej diagnozy.

„Szum akustyczny”, czyli obraz między kolejnymi liniami A, jest lustrzanym odbiciem tkanek ściany klatki piersiowej (ryc. 14, 15).

Podstawowym obrazem, który należy starać się uzyskać na początku badania, jest przekrój w płaszczyźnie podłużnej, uwiadczniający ścianę klatki piersiowej, dwa sąsiadujące żebra wraz z cieniem akustycznym poniżej oraz fragment linii opłucnej, w postaci hiperechogenicznej linii tuż pod żebrami (ryc. 14, 15). Jest to tzw. objaw „aligatora”.

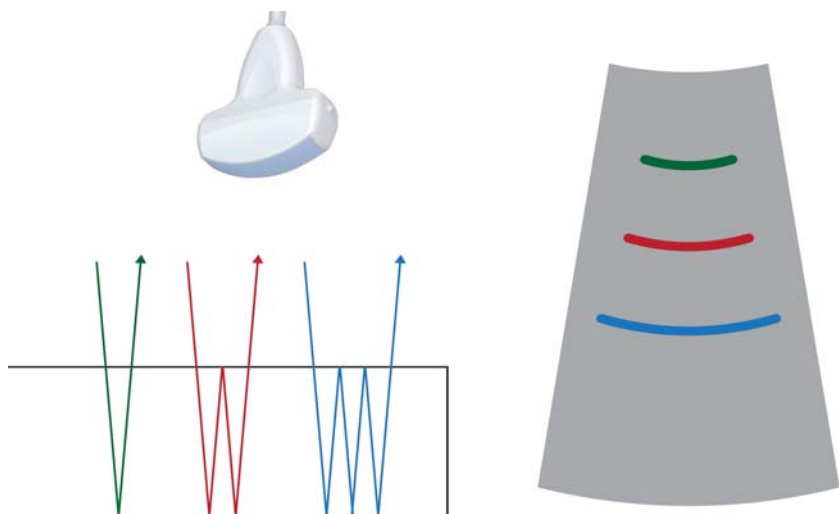
Badanie ultrasonograficzne płuc zaczyna się od oceny opłucnej i obecności lub braku objawu ślizgania. Objaw ślizgania to ruch widoczny na linii opłucnej, który świadczy o przyleganiu blaszki opłucnej ściennej do opłucnej trzewnej i ich ruchu względem siebie zależnego od fazy oddychania.

W przypadku braku wyraźnego efektu „ślizgania”, warto wykorzystać obrazowanie w trybie jednowymiarowym (M-mode), uzyskując objaw brzegu morskigo (ryc. 18).

W trybie M-mode obraz prawidłowego ruchu blaszki opłucnej ściennej względem opłucnej płucnej jest widoczny jako „obraz brzegu morskigo” (ryc. 18). M-mode pozwala na potwierdzenie i zarejestrowanie dynamicznego objawu ślizgania w postaci zamrożonego obrazu (ryc. 18).

Zarówno w trybie B-mode, jak i M-mode podczas wstrzymania oddechu przez pacjenta widoczne jest tzw. tętnienie płuca zgodne z czynnością serca, które jest kolejnym dowodem na to, że płuco przylega do ściany klatki piersiowej.

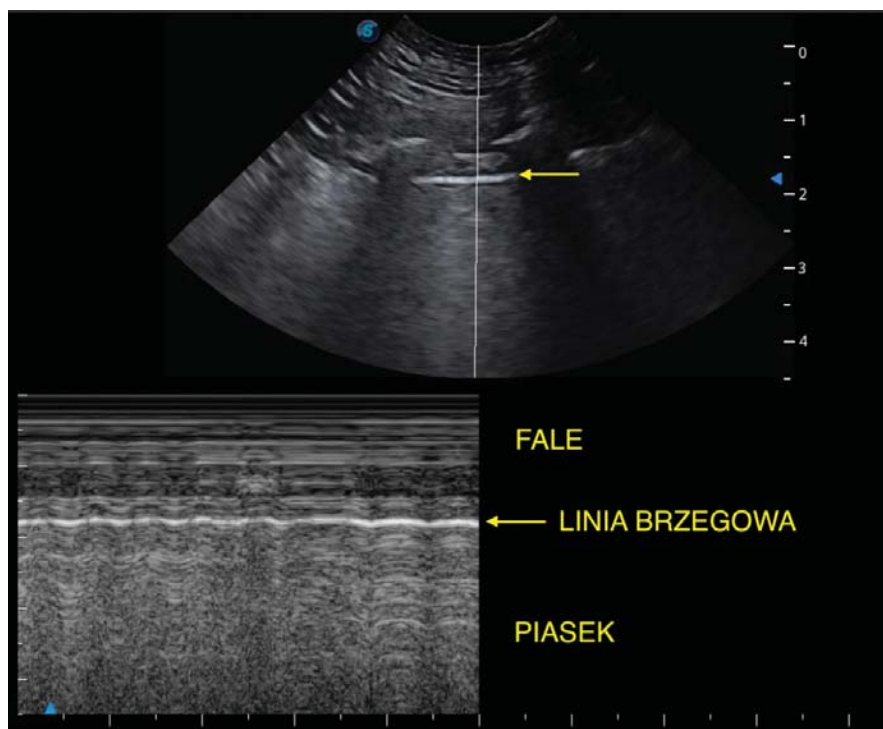
Podsumowując – o prawidłowym obrazie miąższu płuc świadczy obecność artefaktów linii A i artefaktu „ślizgania”. ●



Ryc. 16. Mechanizm powstawania artefaktu rewerberacji. Aparat USG przyjmuje, że echa fali ultradźwiękowej powracają do głowicy po odbiciu od jednej powierzchni granicznej, a w rzeczywistości często występują dalsze odbicia. Pomiedzy dwoma powierzchniami silnie odbijającymi ultradźwięki fala ultradźwiękowa może odbijać się wielokrotnie, aż do jej całkowitego wytłumienia. Tylko pierwsze odbicia (zielona strzałka) obrazują rzeczywiście istniejące powierzchnie graniczne.



Ryc. 17. Słabo wyrażone artefakty linii A u pacjenta otyłego. Podobny obraz uzyskuje się w przypadku skośnego przyłożenia głowicy w stosunku do ściany klatki piersiowej.



Ryc. 18. Objaw brzegu morskiego – odpowiada ruchowi opłucnej płucnej względem ścienną w trybie jednowymiarowym M-mode. Linia M-mode ustawiona jest tak, aby przecinała linię opłucnej. Strzałka żółta – „linia brzegowa”, czyli linia opłucnej. Powyżej linii opłucnej widoczne „fale”, poniżej – „piasek”.

- Liscandro G. R.: Point-of-care ultrasound techniques for the small animal practitioner. WileyBlackwell Hoboken, 2021, 297–337.
- Lichtenstein D., Goldstein I., Mourgeon E., Cluzel P., Grenier P., Rouby J. J.: Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. „Anesthesiology”, 2004, 100, 9–15.
- Lichtenstein D. A.: Ultrasound in the management of thoracic disease. „Crit Care Med”, 2007, 35 (5): 250–261.
- Tasci O., Hatipoglu O. N., Cagli B., Ermis V.: Sonography of the chest using linear-array versus sector transducers: Correlation with auscultation, chest radiography, and computed tomography. „J Clin Ultrasound”, 2016, 44, 383–389.
- Barr F., Gaschen L.: Badanie ultrasonograficzne u psów i kotów. Galaktyka, Łódź 2012.
- Komsta R., Capiga-Patryń D., Buczek K., Twardowski P., Lisiak B.: Choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów. „Magazyn Weterynaryjny”, 2022, 31, 290, 6–17.
- Kubiak K., Nicpon J., Jankowski M., Sikorska A., Spuzak J., Dubinska A.: Ocena przydatności endoskopii w rozpoznawaniu zapadania się tchawicy u psów. „Medycyna Weterynaryjna”, 2007, 63, 11, 1328–1330.
- Mallamaci F., Benedetto F. A., Tripepi R.: Detection of pulmonary congestion by chest ultrasound in dialysis patients. „JACC Cardiovasc. Imaging”, 2010, 3, 586–594.
- Lichtenstein D. A.: BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. „Chest”, 2015, 147, 1659–1670.
- D'Amato M., Rea G., Carnevale V.: Assessment of thoracic ultrasound in complementary diagnosis and in follow up of community-acquired pneumonia (CAP). „BMC Med. Imaging”, 2017, 17, 1–8.
- Reissig A., Copetti R., Mathis G.: Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: A prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. „Chest”, 2012, 142, 965–97.
- Olesiewicz T., Knapp M., Tycińska A., Sawicki R., Lisowska A.: Zastosowanie ultrasonografii przekłatkowej płuc w różnicowaniu kardiologicznych i niekardiologicznych przyczyn duszności. „Folia Cardiologica”, 2017, 12 (5), 459–466.
- Miño E. D., Alcalde P., Torroj R. N.: Diagnostyka ultrasonograficzna kotów. Edra, Wrocław 2018.

Piśmiennictwo

- Jaczeński G., Grabczak E. M., Krenke R.: Praktyka kliniczna – ultrasonografia układu oddechowego: technika badania i obrazy prawidłowe. „Med. Prakt.”, 2018, 11: 60–65.
- Liao S. F., Chen P. J., Chaou C. H., Lee C. H.: Top-cited publications on point-of-care ultrasound: The evolution of research trends. „Am. J. Emerg. Med.”, 2018, 36, (8), 1429–1438.
- Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M.: International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. „Intensive Care Med.”, 2012, 38, 577–591.
- D'Amato M., Rea G., Carnevale V.: Assessment of thoracic ultrasound in complementary diagnosis and in follow up of community-acquired pneumonia (CAP). „BMC Med. Imaging”, 2017; 17: 1–8.

Karolina Błasiak, e-mail: vet.blasiak@gmail.com