

## Wybrane zagadnienia z patologii płuc i jamy opłucnej: niedodma, rozedma i odma

Rafał Sapieryński<sup>1</sup>, Izabella Jońska<sup>2</sup>

z Katedry Patologii i Diagnostyki Weterynaryjnej<sup>1</sup> i Katedry Chorób Małych Zwierząt z Kliniką<sup>2</sup> Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

Głównym zadaniem płuc jest przekazywanie tlenu zawartego we wdychanym powietrzu erytrocytom oraz przekazywanie dwutlenku węgla z erytrocytów i osocza do światła pęcherzyków płucnych, a stamtąd do środowiska zewnętrznego. Płuca rozwijającego się płodu ssaka są niepowietrzne, co oznacza, że w świetle pęcherzyków płucnych nie ma powietrza, znajduje się w nich niewielka ilość płynu owodniowego. Co więcej z punktu widzenia płuc osobnika urodzonego, w płucach płodu światło pęcherzyków płucnych jest praktycznie nieobecne, bowiem ściany pęcherzyków płucnych są zapadnięte, a właściwie należałoby powiedzieć, że nie doszło jeszcze do ich rozciągnięcia. W związku z niepowietrznością płuc płodu ich ciężar właściwy przewyższa ciężar właściwy wody, dlatego też płuca płodu urodzonego martwo (płuca nie uległy napełnieniu powietrzem) toną w wodzie. Dla prawidłowej pracy płuc ważne jest, aby ciśnienie powietrza zarówno w tkance płucnej (w drogach oddechowych, oskrzelikach

oddechowych i pęcherzykach płucnych), jak i w jamie opłucnej (w warunkach prawidłowych panuje tu podciśnienie) miało ściśle określoną wartość. W patologii obserwuje się kilka stanów, które wiążą się ze zmianami zawartości powietrza w płucach (zmiany wypełnienia płuc) lub w jamie opłucnej, należą tu: niedodma płuc, rozedma płuc i odma jamy opłucnej.

### Niedodma

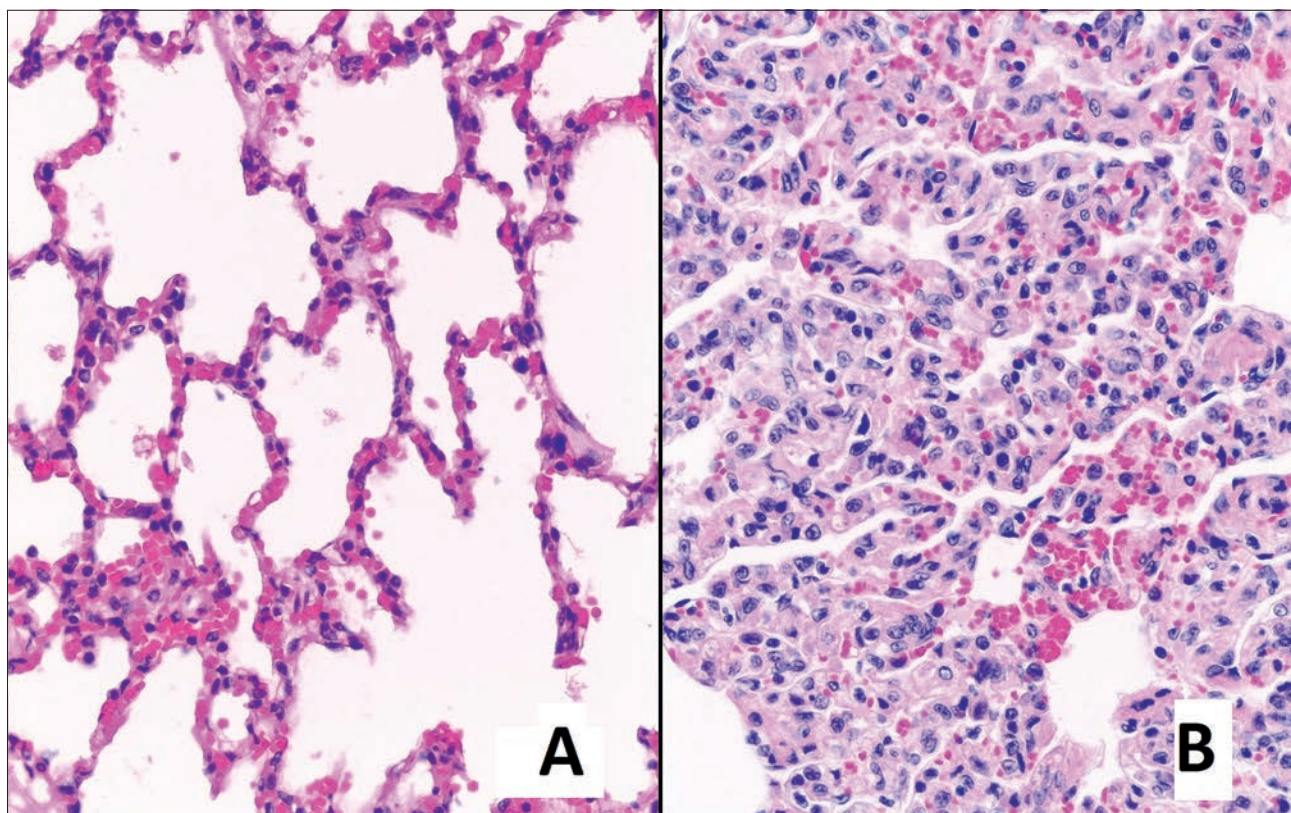
Niedodma (*atelectasis*) jest to stan niepełnego wypełnienia pęcherzyków płucnych powietrzem (1). W obrazie mikroskopowym niedodmy obserwuje się zmniejszenie światła pęcherzyków płucnych, które często przyjmuje postać wąskich wydłużonych przestrzeni, a w wielu przypadkach jest zupełnie nieobecne (ryc. 1). Niedodma może pojawić się jako konsekwencja zaburzeń przemieszczania się powietrza w obrębie dróg oddechowych, a także może wynikać z niedoboru surfaktantu, co może się zdarzyć

### Selected aspects of lungs and thoracic cavity pathology: atelectasis, emphysema and pneumothorax

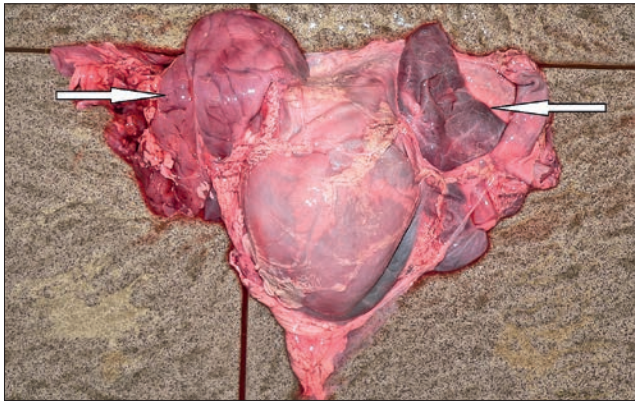
Sapieryński R.<sup>1</sup>, Jońska I.<sup>2</sup>, Department of Pathology and Veterinary Diagnostics<sup>1</sup> and Department of Small Animal Diseases with Clinic<sup>2</sup>, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

In this review, important lungs and thoracic cavity disorders were described. Atelectasis is collapsed or airless state of the lung either acute or chronic. It is incomplete distention of alveoli at the time of birth (congenital atelectasis), or collapse of alveoli after inflation has taken place (acquired atelectasis). Morphologically, atelectasis appears as darker areas of lung depressed below the surface of normally inflated lung, with flabby consistency. Pulmonary emphysema is the distension of the lung which results with permanent enlargement of air spaces distally to the terminal bronchioles with destruction of alveolar walls. In majority of cases emphysema is secondary to primary lung disease, especially bronchopneumonia. Pneumothorax is the entry of air, or possibly other gas, into thoracic cavity in quantity that causes lung collapse with consequent respiratory disorder. Pneumothorax can be idiopathic or secondary, usually to trauma of chest wall or lung parenchyma.

**Keywords:** atelectasis, emphysema, lung, pneumothorax.



Ryc. 1. Obraz mikroskopowy niedodmy. Na ryc. A prawidłowy obraz pęcherzyków płucnych. Na ryc. B płuca kota z niedodmą uciskową spowodowaną wodopiersiem – światło pęcherzyków płucnych ma postać wąskich przestrzeni. Barwienie hematoksylina-eoźyna, powiększenie 200×



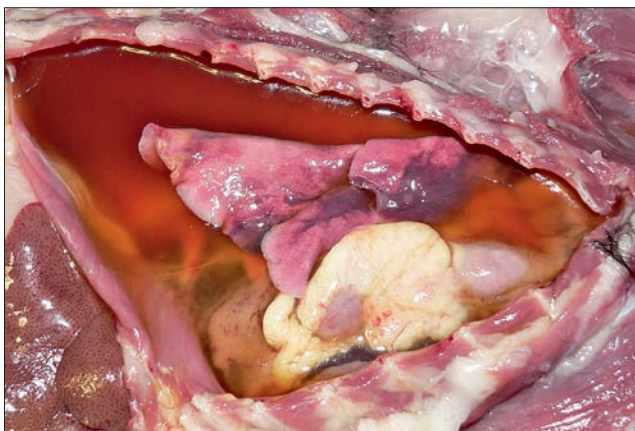
Ryc. 2. Wrodzona niedodma płuc u cielęcia wycinowca – strzałki wskazują na niedodomowe płuca

w przypadku zawału płuca, pod wpływem zakażeń bakteryjnych (*Proteus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*), a u ludzi także pod wpływem działania dymu tytoniowego. W prawidłowych warunkach surfaktant przeciwdziała sklepaniu się ścian pęcherzyków płucnych (zmniejsza napięcie powierzchniowe podczas wydechu i zwiększa je podczas wdechu), a także zapobiega przechodzeniu płynu z naczyń włosowatych do światła pęcherzyków płucnych. Brak powietrzności płuc może być konsekwencją obecności w nich zamiast powietrza płynu, białka (obrzęk, złogi włókniaka) lub elementów morfotycznych (wysięk zapalny, złuszczone komórki). W zależności od mechanizmu powstawania niedodmę dzieli się na niedodmę wrodzoną i niedodmę nabytą.

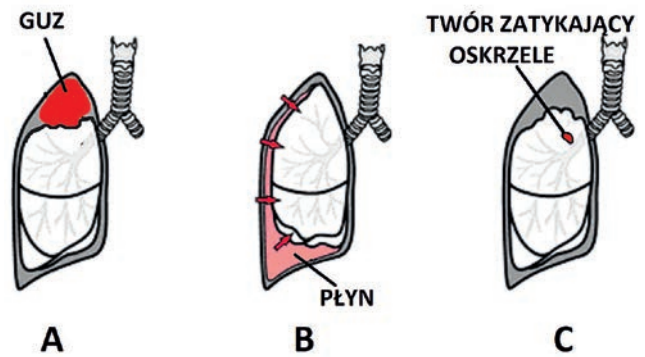
### Klasyfikacja niedodmy

#### Niedodma wrodzona (*atelectasis congenita*)

Niedodma wrodzona jest spowodowana niemożnością napełnienia płuc powietrzem tuż po narodzeniu. Jest ona spowodowana tym, że rozwijający się płód nie przeżył do końca ciąży (ryc. 2) lub też w trakcie porodu doszło do zatkania dróg oddechowych przez zaaspirowany obcy materiał – najczęściej płyn owodniowy lub smółkę.



Ryc. 4. Niedodma uciskowa płuc u kota spowodowana masywnym wodopiersiem – widoczne są ciemne obszary płuc objętych niedodmą



Ryc. 3. Schemat obrazujący mechanizm powstawania niedodmy nabytej: A i B niedodma uciskowa i C niedodma zamykająca

#### Niedodma nabyta (*atelectasis acquisita*)

Niedodma nabyta jest spowodowana zapadnięciem się pęcherzyków płucnych, które były wcześniej prawidłowo wypełnione powietrzem. W zależności od mechanizmu powstania niedodmę nabytą dzielimy na kilka typów (ryc. 3).

##### – Niedodma uciskowa (kompresyjna)

– spowodowana jest uciskiem wywieranym na tkankę płucną. Ucisk może mieć charakter miejscowy (powiększający się guz nowotworowy, ropień lub ziarniniak zapalny) lub też wynika ze wzrostu ciśnienia w obrębie jamy klatki piersiowej (wodopiersie, ropopiersie, odma płucnej, choroby przebiegające z bolesnością w jamie brzusznej; ryc. 4).

##### – Niedodma zamykająca (obturacyjna, resorpcyjna)

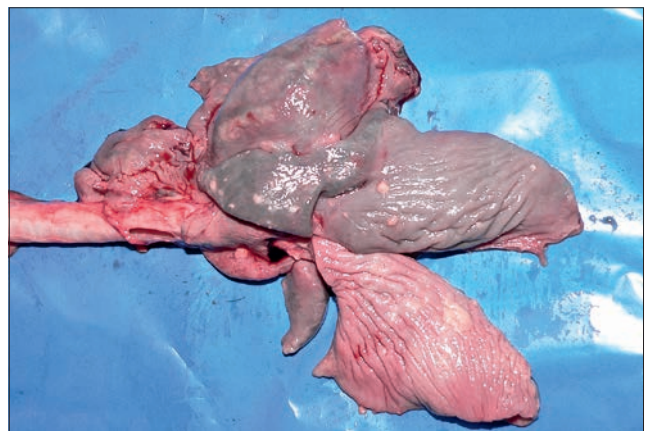
– spowodowana jest zmniejszeniem średnicy lub całkowitym zamknięciem dróg oddechowych (np. obrzęk śluzówki oskrzeli, zapalenie oskrzeli, obecność wysięku, ciała obce, guzy, pasożyty). Po pełnym zatkaniu oskrzela doprowadzającego powietrze do pewnego obszaru pęcherzyków płucnych, „zamknięte” w tym obszarze powietrze jest absorbowane przez naczynia krwionośne ściany pęcherzyków

i pęcherzyk taki zapada się. Stan taki może rozwinąć się stosunkowo szybko, nawet w ciągu 24 godzin od momentu zatkania.

- **Niedodma hipostatyczna** spowodowana jest faktem, że zwierzę pozostaje przez dłuższy czas w pozycji leżącej (znieczulenie, złamanie miednicy), co prowadzi do ucisku na tkankę płucną, zaburza wymianę gazową i splota oddechu. Dodatkowo, przebywanie w pozycji leżącej prowadzi do zamknięcia światła oskrzeli przez śluz, który nie jest odprowadzany z drzewa oskrzelowego oraz zaburza produkcję surfaktantu.

### Obraz morfologiczny niedodmy

Obraz morfologiczny niedodmy zależy od typu zaburzenia, jednak we wszystkich przypadkach obszary płuc objęte niedodmą są zapadnięte oraz ciemniejsze w stosunku do otaczającej prawidłowej tkanki płuc (ryc. 4). Rozmieszczenie zależne jest w głównym stopniu od przyczyny niedodmy. W przypadku niedodmy wrodzonej związanej z zachłyśnięciem wodami płodowymi rozmieszczenie zmian jest wieloogniskowe (pstrokate) lub całkowite (ryc. 2). W niedodmie uciskowej obszary niedodomowe są albo ogniskowe



Ryc. 5. Płuca kota, który padł z powodu ropopiersia, wszystkie płaty są objęte niedodmą – ciemne i o pomarszczonej powierzchni

(ucisk miejscowy), albo bardziej rozlane (obecność płynu w jamie klatki piersiowej; **ryc. 5**), a w niedodmie zamykającej zmianami objęty jest obszar zaopatrywany przez zatłokane oskrzele (często zajęty jest cały płąt).

W obrazie RTG niedodmy obserwuje się jednolite zacinienie odpowiadające bezpowietrznej części płuca, najczęściej segmentu lub płata. W części przypadków niedodmie nie towarzyszy zmiana przejrzystości płuc, więc obraz RTG może być w takich sytuacjach prawidłowy (**ryc. 6**). W niektórych przypadkach obraz niedodmy jest modulowany przez inne zmiany, które zmniejszają powietrzną (oraz przejrzystość) tkanki płucnej, np. przez masywny zastój krwi lub obecność nacieku zapalnego w świetle pęcherzyków płucnych (**ryc. 7**).

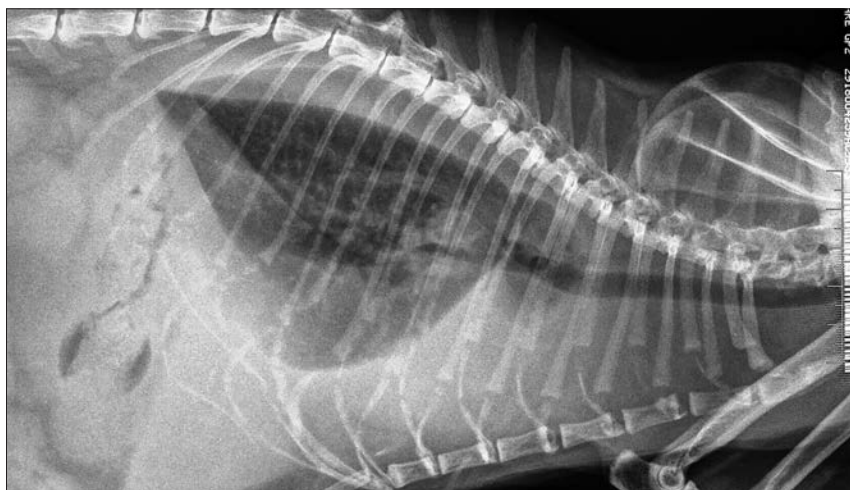
### Rozedma płuc

Rozedma (*emphysema*) jest to nieprawidłowe i stałe poszerzenie się pęcherzyków płucnych, spowodowane nieodwracalnym uszkodzeniem ich ścian (a właściwie struktur obwodowych w stosunku do oskrzelików końcowych, czyli oskrzelików oddechowych i pęcherzyków płucnych). Nadmierne wypełnienie pęcherzyków płucnych powietrzem, ale bez uszkodzenia ściany pęcherzyków płucnych, określane jest mianem ang. hyperinflation. Zniszczenie mięszu płuc upośledza wymianę gazową, a z czasem, gdy rozedma postępuje, pojawiają się objawy niewydolności oddechowej, co przejawia się zaburzeniami oddechowymi i zmniejszeniem wysycenia krwi tlenem. Dodatkowo, zniszczenie struktur podtrzymujących drobne oskrzeliki, sprawia, że zapadają się one podczas wdechu i przyczynia się do tego, że do płuc trafia więcej powietrza niż pacjent jest w stanie wypuścić w czasie wydechu, więc gromadzi się ono w pęcherzykach płucnych. Ze względu na mechanizm powstawania rozedmę dzieli się na rozedmę pierwotną i rozedmę wtórną.

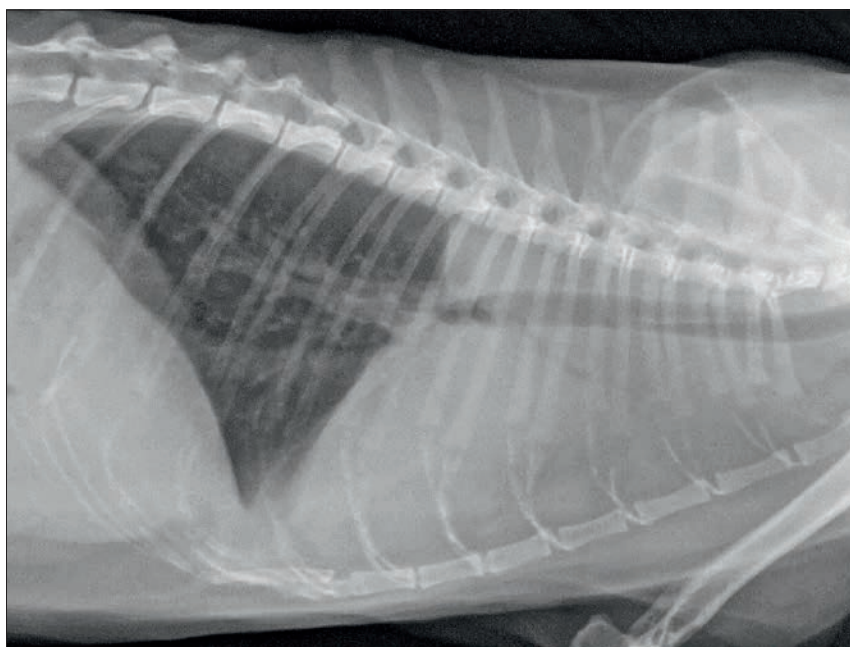
### Klasyfikacja rozedmy płuc

#### Rozedma pierwotna

Jest wynikiem procesu, który rozpoczyna się w obrębie struktur tworzących tkankę płucną, z reguły jako wynik zaburzenia równowagi pomiędzy proteazami produkowanymi przez makrofagi płucne a antyproteazami produkowanymi przez tkankę płucną (antyproteazy chronią tkanki przed proteolitycznym działaniem proteaz). Wiele czynników może hamować produkcję antyproteaz, przykładowo substancje zawarte w dymie papierosowym, w zanieczyszczonym powietrzu, dodatkowo, przynajmniej u ludzi, znaczenie może



**Ryc. 6.** Obraz rentgenowski klatki piersiowej kota z masywnym wodopiersem; pomimo niedodmy rozpoznanej w czasie sekcji zwłok, w badaniu radiologicznym wykonanym dzień przed śmiercią brak wyraźnych cech zmniejszenia przejrzystości płuc (rycina dzięki uprzejmości lek. wet. Macieja Wojtczaka)



**Ryc. 7.** Ogniskowa niedodma płuc u kota. Na ryc. A widoczny obraz rentgenowski klatki piersiowej kota – praktycznie całkowite zacinienie pól płucnych w polach dogrzebietowo i doczaszkowo w stosunku do sylwetki serca (rycina dzięki uprzejmości lek. wet. Macieja Wojtczaka). Na ryc. B obraz sekcyjny tego kota (sekcję zwłok wykonano dzień później) widoczne obszary niedodmy

mieć genetyczną skłonność osobnika. Ten typ rozedmy jest najczęściej spotykanym rodzajem rozedmy u ludzi i, jak dotąd, nie został opisany u zwierząt.

### Rozedma wtórna

Jest konsekwencją chorób, które przyczyniają się do wzrostu objętości powietrza w pęcherzykach płucnych, a w konsekwencji zniszczenia ich ścian. Najpowszechniejszą przyczyną rozedmy wtórnej u zwierząt są stany przebiegające z zamknięciem światła oskrzeli przez wysięk zapalny (zapalenie odoskrzelowe płuc). W związku z tym, że siły odpowiedzialne za wdech są silniejsze niż te, które działają przy wydechu, to wysięk zapalny gromadzący się w świetle oskrzeli często działa jak wentyl, który przepuszcza powietrze podczas wdechu, ale nie wypuszcza go podczas wydechu.

### Obraz morfologiczny rozedmy płuc

W obrazie morfologicznym wyróżnia się trzy typy rozedmy: pęcherzykową, śródmiąższową i pęcherzową.

### Rozedma pęcherzykowa

Charakteryzuje się nagromadzeniem powietrza w świetle oskrzelików oddechowych i pęcherzyków płucnych. Płuca objęte tym rodzajem rozedmy są jaśniejsze (ryc. 8), bardziej puszyste w konsystencji, a przy nacinaniu słyszalne są charakterystyczne trzaski (spowodowane przecinaniem kolejnych pęcherzyków i uwalnianiem z nich powietrza). W obrazie mikroskopowym oprócz rozciągnięcia pęcherzyków płucnych obserwuje się uszkodzenie ich ścian (ryc. 9), wyrażające się ścięciem (zanik spowodowany uciskiem powietrza obecnego w pęcherzykach płucnych na komórki ścian pęcherzyków i naczyń krwionośnych włosowatych). W przypadkach bardziej zaawansowanych przegród międzypęcherzykowe pękają, co prowadzi do powstania większych przestrzeni (ryc. 10).

### Rozedma śródmiąższowa

Jest specyficznym typem rozedmy, w której powietrze gromadzi się w tkance śródmiąższowej przegród międzypęcherzykowych,

a w mniejszym stopniu w świetle pęcherzyków płucnych. Ten typ rozedmy obserwuje się najczęściej u bydła (u bydła jest silnie rozbudowana tkanka mięsista międzyrazikowa), morfologicznie obserwuje się znaczne poszerzenie przegród międzypęcherzykowych, które zawierają drobne pęcherzyki gazu rozrywające tkankę łączną przegród.

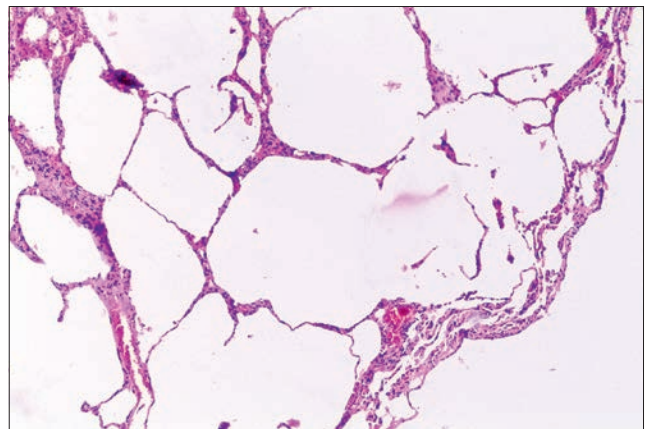
### Rozedma pęcherzowa

Jest formą rozedmy, która może być następstwem rozedmy pęcherzykowej lub śródmiąższowej, w której z powodu pęknięcia i łączenia się kolejnych drobnych pęcherzyków pojawiają się większe twory. Z czasem zlewanie się mniejszych pęcherzyków rozedmowych wypełnionych powietrzem prowadzi do powstania dużych, cienkościennych pęcherzy (ryc. 11), przypominających balony.

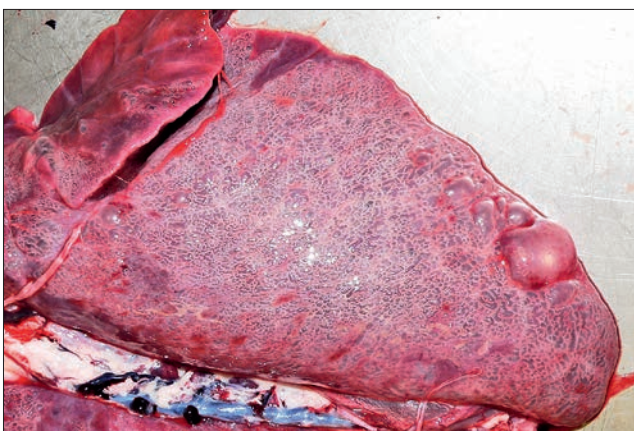
Obraz RTG rozedmy nie musi być jednoznaczny, oprócz przypadków rozedmy pęcherzowej, kiedy obserwuje się obecność okrągłych lub owalnych obszarów znacznego i ostro ograniczonego przejaśnienia,



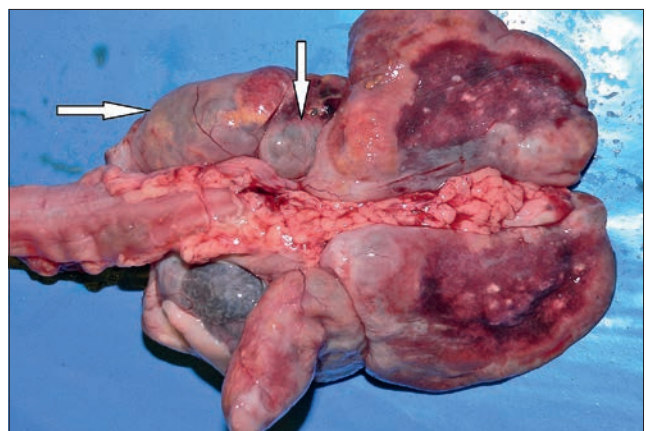
**Ryc. 8.** Rozedma pęcherzykowa płuc u kota – zmiany dotyczą głównie płatów doczaszkowych oraz płata doogonowego prawego (na dole ryciny). Widoczne rozległe obszary rozedmy są jasne, wyniesione powyżej powierzchni obszarów nieobjętych rozedmą (płat doogonowy lewy – na górze ryciny)



**Ryc. 9.** Obraz mikroskopowy rozedmy pęcherzykowej, widoczne jest poszerzenie światła pęcherzyków, ścięcenie przegród międzypęcherzykowych oraz pęknięcie niektórych z nich. Barwienie hematoxylina-eozyna, powiększenie 100x



**Ryc. 10.** Obraz makroskopowy rozedmy – pękające pęcherzyki płucne tworzą większe struktury dostrzegalne gołym okiem, widoczne też większe pęcherze przy krawędzi płuc



**Ryc. 11.** Obraz rozedmy pęcherzowej u kota. Strzałkami oznaczono duże pęcherze w obrębie prawego płata doczaszkowego, podobne struktury widoczne są na brzegach praktycznie każdego z płatów

często otoczonych cienkim pasmem zagęszczenia tkanki płucnej – pęcherze rozedmowe (ryc. 12). Niektóre cechy radiologiczne, takie jak nadmierne przejaśnienie płuc, spłaszczenie przepony czy zmiana położenia żeber (u ludzi jest to poziome ustawienie żeber), mogą nasuwać podejrzenie rozedmy pęcherzykowej. U ludzi z zaawansowaną rozedmą obserwuje się niekiedy tzw. klatkę piersiową beczkową – wymiar tylny-przedni jest porównywalny z szerokością klatki piersiowej.

### Odma opłucnowa

Odma opłucnowa (*pneumothorax*) polega na zniesieniu ujemnego ciśnienia w jamie/ jamach opłucnej spowodowanego obecnością powietrza, rzadziej innego gazu w jamie klatki piersiowej (2). Konsekwencją odmy opłucnowej jest zapadnięcie tkanki płucnej i wynikające z tego zaburzenia oddechowe. U ludzi (w związku z obecnością dwóch oddzielonych od siebie jam opłucnowych) odma może być jednostronna i prowadzi do zapadnięcia tylko jednego płuca, w związku z tym nie zawsze jest istotnym problemem klinicznym, z kolei u małych zwierząt (psy i koty), u których najczęściej obie jamy opłucnowe kontaktują się ze sobą, odma prowadzi do zapadnięcia się obu płuc, wywołując poważne trudności oddechowe.

### Klasyfikacja odmy opłucnowej

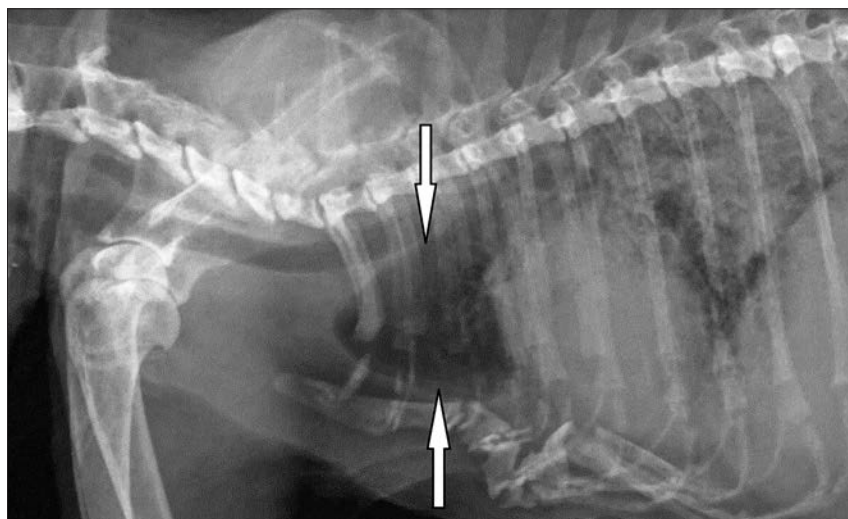
**Odma pierwotna (idiopatyczna)** polega na obecności powietrza w jamie opłucnej bez uchwytniej przyczyny jego nagromadzenia.

**Odma wtórna** jest konsekwencją innej choroby – obecność powietrza daje się wytłumaczyć inną chorobą.

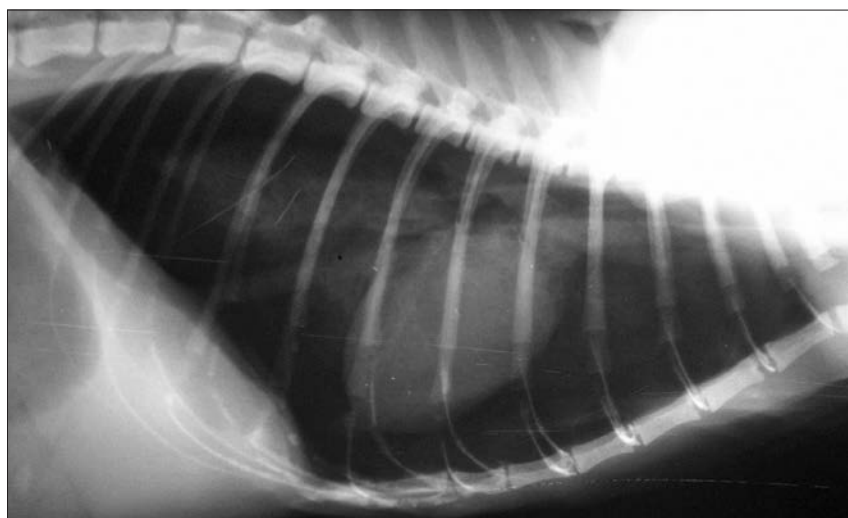
Najpowszechniejszym typem odmy wtórnej (i odmy w ogóle) jest **odma porurazowa**, która jest spowodowana urazem: rany penetrujące klatki piersiowej, uszkodzenie narządów wewnętrznych (pęknięcie przełyku, uszkodzenie tchawicy, uszkodzenie oskrzeli) lub też uszkodzenia jatrogenne (punkcje płuc, bronchoskopia, torakoskopia, torakotomia, niewłaściwa intubacja).

Innym typem odmy wtórnej jest **odma spontaniczna**, która nie ma związku z urazem, a najczęściej jest spowodowana pęknięciem pęcherza rozedmowego. Do innych przyczyn tego typu odmy u zwierząt należą: bakteryjne zapalenia płuc, ropnie płuc, dirofilarioza, guzy nowotworowe (3). Teoretycznie przyczyną odmy może być zakażenie bakteriami produkującymi gaz. Wydaje się, że istnieje predyspozycja psów rasy syberian husky do występowania odmy spontanicznej, chociaż rozpoznawano ją u osobników różnych ras (4).

Z klinicznego punktu widzenia przydatny jest podział odmy na odmę zamkniętą i odmę otwartą. **Odma zamknięta** polega



Ryc. 12. Obraz rentgenowski pęcherza rozedmowego u kota (ograniczony strzałkami); zaciemnienia w polach płucnych doogonowo w stosunku do serca to zmiany o charakterze wapnienia



Ryc. 13. Odma opłucnej u kota; widoczne odsunięcie sylwetki serca od mostka i przepony; pasmowate przejaśnienia pomiędzy krawędziami płuc a ścianą klatki piersiowej; niedodmowe płuca z niewidocznym/zatartym rysunkiem naczyń

na jednorazowym dostaniu się pewnej ilości powietrza do jamy opłucnej, najczęściej z pękniętego pęcherza rozedmowego lub płuc uszkodzonych przez pęknięte żebro, rzadziej spowodowana jest przebięciem ściany klatki piersiowej przez ostry i cienki przedmiot (taka rana szybko się zamyka blokując dalszy przepływ powietrza).

**Odma otwarta** jest najczęściej konsekwencją przebięcia ściany klatki piersiowej z pozostawieniem otwartej rany, która łączy na stałe jamę klatki piersiowej ze środowiskiem zewnętrznym.

### Obraz morfologiczny odmy opłucnowej

Morfologicznie odma opłucnej charakteryzuje się obecnością powietrza w jamie klatki piersiowej, czemu towarzyszy zapadnięcie płuc. Obecność powietrza można wykazać, aspirując je do strzykawki, a także wykonując badania obrazowe: zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej (ryc. 13) lub obrazowanie za pomocą tomografu

komputerowego. W czasie sekcji zwłok na odmę wskazuje doogonowe przesunięcie przepony z towarzyszącym zapadnięciem płuc, bez obecności płynu w jamie klatki piersiowej. Przy podejrzeniu odmy opłucnej jej pośmiertne potwierdzenie można uzyskać, nacinając ścianę klatki piersiowej pod wodą – w przypadku odmy z nacięciem wydobywają się pęcherzyki gazu.

### Piśmiennictwo

- Lopez A.: Respiratory system. W: McGavin M.D., Zachary J.E.: *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. 4th ed., Mosby Elsevier, St. Louis 2007, s. 463–558.
- Gopalakrishnan G., Stevenson G.: Congenital lobar emphysema and tension pneumothorax in a dog. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2007, **19**, 322–325.
- Oliveira C., Rademacher N., David A., Vasanjee S., Gaschen L.: Spontaneous pneumothorax in a dog secondary to *Dirofilaria immitis* infection. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2010, **22**, 991–994.
- Pawloski D.R., Broaddus K.D.: Pneumothorax: a review. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 2010, **46**, 385–397.

Dr hab. Rafał Sapieryński, sapielh@wp.pl