

lek. wet. Julia Gawlik, dr Tetiana Holumbiiovskaja, lek. wet. Agnieszka Adamczyk-Engel, dr Anna Górka, prof. dr hab. Wojciech Niżański

Katedra Rozrodu z Kliniką Zwierząt Gospodarskich Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Zastosowanie ultrasonografii i pomiarów biometrycznych do oceny stanu płodów i planowania porodu

Use of ultrasonography and biometric measurements for fetal assessment and delivery planning

Streszczenie

Ultrasonografia jest powszechnie stosowana w celu potwierdzenia ciąży i monitorowania jej przebiegu. W ocenie prenatalnej niezwykle istotna jest biometria płodowa, oparta na opisanych w literaturze wzorach. Dzięki temu stanowi narzędzie przydatne w praktyce klinicznej w celu wyznaczania terminu porodu. Techniki takie jak ultrasonografia dopplerowska ułatwiają postawienie diagnozy dotyczącej prawidłowości przebiegu ciąży. Badanie ultrasonograficzne umożliwia podjęcie właściwych decyzji diagnostycznych i terapeutycznych w przypadkach patologii występujących w okresie prenatalnym.

Słowa kluczowe

położnictwo, ultrasonografia, ciąża, psy, koty

Abstract

Ultrasonography is commonly used to confirm pregnancy and monitor its progression. Fetal biometry, based on biometric parameters described in the literature, is of paramount importance in prenatal assessment. As a result, it serves as a valuable tool in clinical practice for estimating the expected date of delivery. Techniques such as Doppler ultrasonography facilitate the assessment of normal pregnancy. Ultrasonographic examination enables appropriate diagnostic and therapeutic decisions to be made in cases of prenatal pathology.

Keywords

obstetrics, ultrasonography, pregnancy, dogs, cats.

Ultrasonografia stanowi podstawową metodę obrazowania w rozrodzie psów i kotów, umożliwiając nieinwazyjną ocenę narządów rozrodczych samicy, rozwijających się płodów oraz monitorowanie przebiegu ciąży. Metoda ta wykorzystuje fale ultradźwiękowe odbijające się od struktur o różnej impedancji akustycznej, które po przetworzeniu przez aparat diagnostyczny tworzą obraz w czasie rzeczywistym. W praktyce klinicznej najczęściej stosuje się tryb *B-mode*, w którym jasność punktu na ekranie odpowiada amplitudzie odbitego sygnału.

W obrazie ultrasonograficznym poszczególne tkanki różnią się stopniem echogeniczności:

- struktury wypełnione płynem, takie jak pęcherz moczowy czy pęcherzyki ciążowe, są zazwyczaj bezechowe i przedstawiają się jako czarne obszary na ekranie,
- tkanki miękkie wykazują średnią echogeniczność i mają barwę w odcieniach szarości,
- struktury silnie odbijające fale ultradźwiękowe, takie jak kości czy tkanki włókniste, a także struktury zawierające gaz, są hiperechogeniczne i widoczne jako jasne obszary obrazu.

Znajomość tych zależności stanowi podstawę interpretacji obrazu ultrasonograficznego.

W weterynaryjnej diagnostyce rozrodu podstawową i najczęściej wykorzystywaną techniką pozostaje klasyczna ultrasonografia w trybie *B-mode*, służąca przede wszystkim do potwierdzenia ciąży, oceny żywotności płodów oraz

monitorowania jej przebiegu. Ultrasonografia umożliwia również ocenę parametrów świadczących o dobrostanie płodów, takich jak ruchy płodowe, ilość płynu owodniowego czy rozwój narządów wewnętrznych. Informacje te mają istotne znaczenie dla monitorowania prawidłowego przebiegu ciąży, ustalania terminu cesarskiego cięcia z wyboru i planowania porodu naturalnego, zwłaszcza u ras predysponowanych do komplikacji okołoporodowych (1). W medycynie człowieka, a także w badaniach eksperymentalnych i w niektórych nowoczesnych ośrodkach weterynaryjnych, coraz większe znaczenie zyskują dodatkowe techniki obrazowania, takie jak ultrasonografia metodą Color Doppler oraz elastografia. Technika Color Doppler umożliwia ocenę prędkości i kierunku przepływu krwi, co pozwala na dokładniejszą analizę wydolności łożyska oraz monitorowanie tętna i unaczynienia płodu. Elastografia, opierająca się na analizie sztywności tkanek, może natomiast dostarczać informacji dotyczących stopnia dojrzałości wybranych narządów płodu, takich jak płuca czy wątroba.

Ocena ciąży

Ultrasonografia jest obecnie najczęściej wykorzystywaną metodą diagnostyki ciąży u suk i kotek. U suk pierwsze oznaki ciąży można zwykle uwidocznic około 20.-22. dnia po owulacji, natomiast u kotów rozpoznanie ciąży jest możliwe około 10. dnia po kryciu (14, 28). W początkowym okresie ciąży widoczne są pęcherzyki ciążowe mające postać bezechowych struktur w świetle ►

► macicy. U suk zarodek staje się widoczny około 23.-25. dnia ciąży, natomiast u kotów około 14. dnia ciąży. Około 17. dnia ciąży u kotów zarodek przyjmuje charakterystyczny kształt litery „C”. Czynność serca płodu stanowi podstawowy wskaźnik jego żywotności. U suk można ją zwykle zaobserwować około 25. dnia ciąży, natomiast u kotów około 16.-18. dnia ciąży. Prawidłowa częstość akcji serca płodu jest znacznie wyższa niż u samicy ciężarnej i zwykle wynosi około 200-240 uderzeń na minutę. Przyjmuje się, że prawidłowe tętno płodu powinno być dwa do trzech razy wyższe niż tętno matki. Obniżona częstość akcji serca (HR, ang. *heart rate*) stanowi wczesny wskaźnik niedotlenienia płodu. Jeżeli spadek ma charakter krótkotrwały i trwa około 1-2 minut, może być wywołany skurczami macicy podczas badania (3). Utrzymujące się tętno płodu w zakresie 180-200 uderzeń na minutę wskazuje jednak na umiarkowany stres i zagrożenie płodu, wymagające dalszego monitorowania ciąży. Spadek tętna poniżej 180 uderzeń na minutę stanowi wskaźnik krytycznego niedotlenienia płodu (2, 4). Wraz z postępem ciąży możliwa jest ocena kolejnych struktur zarodkowych i płodowych. Około 30. dnia ciąży u suk uwidaczniają się pierwsze elementy szkieletu, a na kolejnych etapach możliwa staje się identyfikacja narządów wewnętrznych płodu, takich jak żołądek, pęcherz moczowy i serce. U kotów analogiczne struktury są zazwyczaj widoczne kilka dni wcześniej.

Jak przedstawiono w tab. 1, wraz z rozwojem ciąży możliwa jest identyfikacja kolejnych struktur zarodkowych

i płodowych, co pozwala na ocenę prawidłowego rozwoju płodów oraz może ułatwić orientacyjne określenie wieku ciążowego.

Istotnym elementem oceny rozwoju płodu jest biometria płodowa, która pozwala oszacować wiek ciążowy oraz przewidywany termin porodu. Ta metoda diagnostyczna polega na ultrasonograficznym pomiarze określonych struktur zarodkowych, płodowych i płodowo-matczynych na różnych etapach ciąży (7).

Pomiary wykorzystywane we wczesnej ciąży, do 25. dnia przed porodem:

- pomiar wewnętrznej średnicy jamy kosmówkowej – ICC (ang. *inner chorionic cavity*),
- długość ciemieniowo-siedzeniowa – CRL (ang. *crown-rump length*),
- zewnętrzna średnica macicy – OUD (ang. *outer uterine diameter*),
- długość łożyska – PL (ang. *placental length*),
- grubość łożyska – PT (ang. *placental thickness*).

Pomiary wykorzystywane w zaawansowanej ciąży – po 37. dniu ciąży:

- średnica dwuciemiennowa – BPD (ang. *biparietal diameter*),
- średnica tułowia – BD (ang. *body diameter*),
- długość kości udowej – FL (ang. *femur length*),
- średnica oka płodów – ED (ang. *eye diameter*),
- długość nerki.

We wczesnej ciąży najczęściej wykorzystywanym parametrem jest wewnętrzna średnica jamy kosmówkowej – ICC (ryc. 1 – pomiar wewnętrznej średnicy jamy kosmówkowej pęcherza

ciążowego u psa). Wynik uzyskuje się poprzez obliczenie średniej arytmetycznej z dwóch pomiarów wewnętrznej średnicy jamy kosmówkowej, wykonanych w płaszczyznach ułożonych względem siebie pod kątem prostym. Największą precyzję wyniku można uzyskać, wykonując pomiary kilku pęcherzy ciążowych.

Wzór na obliczenie liczby dni do porodu na podstawie średnicy wewnętrznej jamy kosmówkowej (ICC). Skrót DBP (ang. *days before parturition*) oznacza liczbę dni do porodu:

Małe rasy psów, poniżej 10 kg:

$$DBP = (ICC \text{ mm} - 68,68) / 1,53$$

Średnie rasy psów, 10-25 kg:

$$DBP = (ICC \text{ mm} - 82,13) / 1,8$$

Duże rasy psów, 25-40 kg:

$$DBP = (ICC \text{ mm} - 105,1) / 2,5$$

Olbrzymie rasy psów, powyżej 40 kg:

$$DBP = (ICC \text{ mm} - 62,03) / 1,9$$

Koty:

$$DBP = (ICC \text{ mm} - 62,03) / 1,1$$

Koty rasy maine coon:

$$DBP = -0,79 \times ICC \text{ mm} + 57,9$$

Źródło: Beccaglia i wsp. (26, 33, 35) oraz Socha i wsp. (34)

W przypadku zaawansowanej ciąży w praktyce klinicznej największe znaczenie mają takie parametry jak średnica dwuciemiennowa czaszki płodu (BPD) czy długość ciemieniowo-siedzeniowa (CRL) (ryc. 2 – po-

Struktura/parametr	Pies	Kot
Pęcherzyk ciążowy	ok. 20.-23. dnia	ok. 10.-17. dnia
Zarodek przylegający do ściany macicy	ok. 23.-25. dnia	ok. 18.-20. dnia
Bicie serca	ok. 25. dnia	ok. 16.-18. dnia
Widoczna głowa	ok. 30. dnia	ok. 25. dnia
Zawiązki kończyn	33.-35. dzień	20. dzień
Aktywność ruchowa płodu	ok. 34.-36. dnia	
Żołądek, pęcherz moczowy	ok. 35. dnia	ok. 30. dnia
Oczy, wątroba	39.-47. dzień	34. dzień przed porodem
Nerki	39.-47. dzień	40. dzień
Podział nerki na korę i rdzeń		50. dzień
Perystaltyka jelit	57.-63. dzień ciąży	

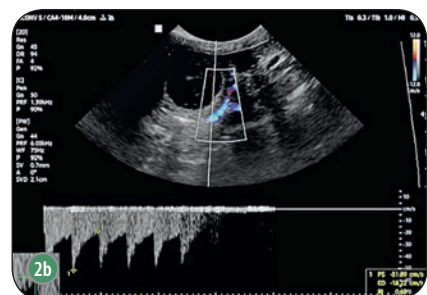
Tab. 1. Najważniejsze momenty diagnostyczne w ultrasonografii ciąży u suk i kotek



Ryc. 1. Pomiar wewnętrznej średnicy jamy kosmówkowej pęcherza ciężowego u psa



Ryc. 2a-b. Pomiar średnicy dwuciemieniowej płodu psa



ryc. archiwum autorów

miar średnicy dwuciemieniowej płodu psa) (4, 5).

Średnicę dwuciemieniową mierzy się w miejscu, w którym odległość między kośćmi ciemiennymi jest największa. Znajduje się ono na wysokości splotu naczyniówkowego. Pomiar BPD wykonuje się na skanach poprzecznych, które symetrycznie obrazują głowę płodu.

Również w tym przypadku należy wykonać kilka pomiarów i obliczyć ich średnią arytmetyczną, którą następnie podstawia się do wzoru pozwalającego obliczyć DBP (32, 33).

Wzór na wyliczenie dni do porodu na podstawie średnicy dwuciemieniowej (BPD). Skrót DBP (ang. *days before parturition*) oznacza liczbę dni do porodu:

Małe rasy psów:

$$\text{DBP} = (\text{BPD mm} - 25,11)/0,61$$

Średnie rasy psów:

$$\text{DBP} = (\text{BPD mm} - 29,18)/0,7$$

Duże rasy psów:

$$\text{DBP} = (\text{BPD mm} - 30)/0,8$$

Olbrzymie rasy psów:

$$\text{DBP} = (\text{BPD mm} - 29)/0,7$$

Koty:

$$\text{DBP} = (\text{BPD mm} - 23,39)/0,47$$

Koty rasy maine coon:

$$\text{DBP} = -1,86 \times \text{BP mm} + 49,3$$

Koty ras małych (poniżej 3 kg):

$$\text{DBP} = (2,0472 \times \text{BPDmm}) - 48,5045$$

Koty ras średnich (3,1-5,38 kg):

$$\text{DBP} = (2,0472 \times \text{BPDmm}) - 47,0032$$

Źródło: Beccaglia i wsp. (26, 33, 35) oraz Socha i wsp. (34)

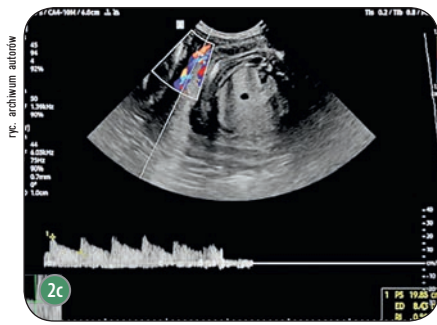
Uzyskane wartości podstawia się do opracowanych wzorów, co pozwala oszacować wiek ciąży i obliczyć przewidywaną datę porodu (4, 5, 32). Wynik podaje się z marginesem ± 2 dni. Należy jednak pamiętać, że uzyskane wyniki mogą się różnić w zależności od cech osobniczych i biologicznych badanych zwierząt (np. liczebności miotu czy różnic w wielkości poszczególnych płodów) oraz błędów wynikających z nieprawidłowego wykonania pomiaru. W celu zminimalizowania błędów pomiarowych zaleca się kilkukrotne wykonanie pomiarów badanych parametrów u co najmniej dwóch płodów (26).

Ultrasonografia dopplerowska

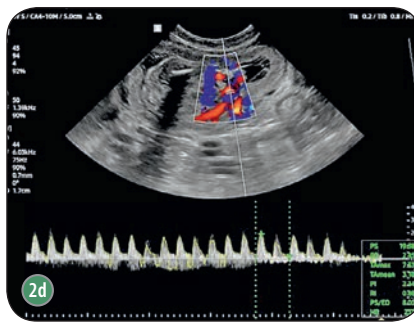
Przydatnym narzędziem diagnostycznym służącym do oceny prawidłowości przebiegu ciąży jest także ultrasonografia dopplerowska, która umożliwia zobrazowanie kierunku przepływu krwi oraz ocenę jego prędkości. Metoda ta opiera się na zjawisku zwanym efektem Dopplera. Wykorzystuje ona oddziaływanie impulsu ultradźwiękowego o określonej częstotliwości, wysyłanego przez głowicę, z poruszającymi się krwinkami. Do funkcji obrazowania przepływu dostępnych w codziennej praktyce należą Doppler kolorowy, Doppler mocy i Doppler fali pulsacyjnej. Częstotliwość echa powracającego do głowicy jest zależna od kierunku, w którym krew przepływa w badanym naczyniu. Standardowo w przypadku Dopplera kolorowego za pomocą czerwonej barwy oznacza się przepływ krwi w kierunku głowicy, natomiast kolorem niebieskim – przepływ w kierunku przeciwnym. Tryb ten pozwala zobrazować naczynia krwionośne oraz charakter przepływu krwi w ich świetle. Doppler fali pulsacyjnej umożliwia prezentację przepływu w postaci widma, będącego graficznym zapi-

sem zmian kierunku i prędkości przepływu krwi w trakcie cyklu sercowego. Wykres widoczny nad linią bazową odpowiada ruchowi krwinek w kierunku głowicy, a wykres znajdujący się poniżej tej linii – ruchowi krwinek w kierunku przeciwnym (7).

Metoda Dopplera znajduje zastosowanie w ultrasonograficznej ocenie prawidłowości przebiegu ciąży i obejmuje badanie naczyń płodu i macicy (12, 13). Ultrasonografia dopplerowska jest coraz częściej wykorzystywana przez klinicystów coraz częściej do oceny przepływów obwodowych w tętnicy pępowinowej, tętnicy środkowej mózgu płodu i tętnicy macicznej. Do parametrów przepływu wykorzystywanych w położnictwie weterynaryjnym należą: prędkość szczytowo-skurczowa (SPV , V_{max} , S), prędkość końcowo-rozkurczowa (EDV , V_{min} , D), prędkość średnia (V_{mean}), wskaźnik oporu (RI , ang. *resistive index*), wskaźnik pulsacji (PI) oraz wskaźnik skurczowo-rozkurczowy (S/D) (10). Jednym z najważniejszych parametrów dopplerowskich jest wskaźnik oporu. Oblicza się go według następującego wzoru: $\text{RI} = (\text{szczytowa prędkość skurczowa} - \text{prędkość końcowo-rozkurczowa}) / \text{szczytowa prędkość skurczowa}$. Tętnica maciczna jest dostępna w badaniu przez cały okres ciąży, dlatego pomiar przepływu w tym naczyniu może być uznany za wartościowy parametr oceny prawidłowości przebiegu okresu prenatalnego. Zgodnie z dotychczasową wiedzą wartość RI tętnic macicznych fizjologicznie spada wraz z postępem ciąży (10, 13). Wykazano, że zakresy referencyjne wskaźnika oporu tętnicy macicznej zmieniają się w zależności od etapu ciąży. W badaniu z 2018 roku (12) ustalono, że zakres referencyjny wynosił 0,64-0,79 w 30. dniu ciąży, a następnie odpowiednio: 0,57-0,75, 0,53-0,71 oraz



Ryc. 2c-d. Pomiar średnicy dwuciemiennowej płodu psa



► 0,52-0,66 w 40., 50. i 60. dniu ciąży. Inni autorzy wykazali, że wyższy odsetek resorpcji wiąże się ze wzrostem wartości wskaźnika oporu tętnic macicznych. Wartość tego parametru wzrasta również w przypadku farmakologicznie przerwanej ciąży (8). W związku z tym wzrost wartości RI tętnic macicznych może sugerować nieprawidłowy przebieg ciąży. Ocena przepływu w naczyniach macicy stanowi zatem obiecujące narzędzie diagnostyczne. Poniżej przedstawiono praktyczne wykorzystanie pomiaru wskaźnika oporu tętnicy macicznej podczas rutynowych badań prenatalnych. Zdjęcia przedstawiają pomiar tego parametru u dwóch suk w 28. dniu (RI = 0,65) oraz 57. dniu (RI = 0,58) ciąży, licząc od daty owulacji. Uzyskane wyniki obrazują spadek wartości wskaźnika oporu wraz z postępem ciąży. U obu pacjentek ciąża przebiegała bez komplikacji, a na świat przyszły zdrowe szczenięta.

Ze względu na to, że w okresie prenatalnym tkanka płucna nie odpowiada za wymianę gazową, utlenowanie krwi płodowej zachodzi w obrębie łożyska. Żyły pępowinowe są odpowiedzialne za transport utlenowanej krwi z łożyska do płodu, natomiast krew odtlenowana przepływa od płodu do łożyska tętnicami pępowinowymi. Najbardziej wartościowe pomiary parametrów przepływu w tych naczyniach można uzyskać od 5. tygodnia ciąży (10). W praktyce klinicznej najczęściej wykorzystywanym parametrem jest wskaźnik oporu (RI). W prawidłowo przebiegającej ciąży jego wartość, mierzona w tętnicy pępowinowej, utrzymuje się powyżej 0,7. Wartość tego parametru stopniowo się obniża wraz z postępem ciąży. Autorzy publikacji poświęconej temu zagadnieniu w medycynie weterynaryjnej wykazali, że wskaźnik oporu mierzony

w tętnicy pępowinowej spada poniżej 0,7 w okresie od 12 godzin do 1 godziny przed porodem naturalnym. Jeżeli poród naturalny nie następuje, wartość RI tętnicy pępowinowej ponownie wzrasta. Równocześnie obserwowane są objawy dystresu płodowego – spadek częstotliwości akcji serca płodów do 150-180 uderzeń na minutę (9). Na tej podstawie pomiar przepływu krwi w tętnicy pępowinowej można uznać za dodatkowe narzędzie wspomagające podjęcie decyzji o wykonaniu cesarskiego cięcia. Poniższy skan (ryc. 2d) przedstawia pomiar przepływu krwi w tętnicy pępowinowej u suki rasy chihuahua w 50. dniu ciąży, licząc od daty owulacji. Ciąża przebiegała prawidłowo, a na świat przyszły zdrowe szczenięta.

W przypadku podejrzenia niedotlenienia płodu warto także rozważyć ocenę wskaźnika oporu tętnicy środkowej mózgu. W warunkach prawidłowych naczynie to charakteryzuje się wysokim oporem. Gdy jednak u płodu dochodzi do hipoksji, uruchamiany jest mechanizm centralizacji krążenia. W jego następstwie tętnica środkowa mózgu ulega rozszerzeniu, a opór naczyniowy się zmniejsza (16). Ocena ultrasonograficzna przepływów obwodowych u płodu jest powszechnie stosowana w medycynie człowieka. W położnictwie weterynaryjnym z metody tej korzysta coraz więcej klinicystów, choć nie została ona jeszcze dokładnie opisana. Ultrasonografia dopplerowska wykonywana w ramach badań prenatalnych ma jednak pewne ograniczenia. Istnieje możliwość uzyskania fałszywego sygnału przepływu, powodowanego m.in. przez gwałtowny ruch pacjentki lub ruchy płodu. Podczas badania istotne jest zachowanie właściwego kąta insonacji, czyli kąta między wiązką ultradźwięków emitowaną przez głowicę a kierunkiem przepływu

krwi w naczyniu. Minimalny błąd pomiaru można uzyskać przy kącie insonacji wynoszącym 0°, natomiast maksymalny – przy kącie wynoszącym 90°. W praktyce klinicznej, ze względu na brak możliwości uzyskania kąta insonacji wynoszącego dokładnie 0°, przyjmuje się, że jego wartość nie powinna przekraczać 60°. Ważnym aspektem jest również odpowiednie dobranie położenia i wielkości bramki dopplerowskiej. W celu uzyskania wiarygodnego wyniku powinna ona obejmować wyłącznie główny strumień przepływu krwi w badanym naczyniu. Ograniczenie w ocenie przepływów naczyniowych podczas ciąży u małych zwierząt stanowi również liczebność miotu. Wynika to z faktu, że ultrasonografia, zwłaszcza w zaawansowanej ciąży, nie jest wiarygodną metodą określenia liczby płodów. W związku z tym istnieje ryzyko, że nie wszystkie płody zostaną zbadane lub pomiar zostanie omyłkowo wykonany dwukrotnie u tego samego płodu (7, 15).

Ocena ciąży wysokiego ryzyka

W praktyce klinicznej duże wyzwanie stanowi odpowiednie postępowanie diagnostyczne i terapeutyczne w przypadku pacjentów, u których występują komplikacje w przebiegu ciąży. Badanie ultrasonograficzne jest istotnym narzędziem diagnostycznym, jeżeli w wywiadzie stwierdzono nieskuteczne krycia, resorpcje, poronienia (całkowite lub częściowe) bądź występowanie krwotocznej lub ropnej wydzieliny z pochwy w trakcie ciąży.

W przypadku ciąży wysokiego ryzyka badanie ultrasonograficzne powinno mieć charakter kompleksowy i obejmować ocenę kilku istotnych elementów:

1. Potwierdzenie ciąży i ocenę pęcherzyków ciążowych: ich wielkości i kształtu, grubości oraz ciągłości ścian, obecności deformacji lub zapadnięcia, a także echogeniczności płynu pęcherzykowego i owodniowego.
2. Ocenę płodów: określenie ich liczby i żywotności, ocena czynności serca (FHR) – jej obecności, regularności oraz częstości – a także ruchów płodów.
3. Ocenę macicy i endometrium: grubość i echostruktura ściany macicy,

obecność płynu w jej świetle, a także oznaki zapalenia.

4. Ocena łożyska: grubość, echogeniczność oraz stopień przylegania.
5. Ocena wód i błon płodowych: ilość i charakter płynu owodniowego, obecność zawiesin lub zwiększonej echogeniczności płynu, a także integralność błon płodowych.

6. Ocena dodatkowych parametrów funkcjonalnych: perystaltyka jelit płodu (w późniejszym okresie ciąży).

Znajomość terminu wystąpienia owulacji pozwala określić stopień zaawansowania ciąży. Jest to istotne z punktu widzenia ultrasonograficznej oceny wewnątrzmacicznego opóźnienia wzrastania płodu. Opóźniony lub spowolniony rozwój zarodka bądź mniejsza niż zwykle wielkość pęcherzyka ciążowego powinny nasuwać podejrzenie utraty ciąży (5). W niektórych przypadkach ściana pęcherzyka ciążowego może być pogrubiona i mieć „ząbkowany” wygląd. Obraz ten wskazuje na zmniejszoną ilość płynu w jego wnętrzu i stanowi kolejny wskaźnik zbliżającej się utraty ciąży.

Dodatkowymi niepokojącymi objawami są: opóźnione pojawienie się czynności serca, bradykardia, zaburzenia rozwoju zawiązków kończyn oraz zmiany echogeniczności płodu i płynów płodowych. W przypadku utraty ciąży obserwuje się również zatarcie konturów płodu, **zwiększenie echogeniczności płynu pęcherzyka żółtkowego, ustanie czynności serca, resorpcję płynu owodniowego oraz pogrubienie ściany pęcherzyka ciążowego** (5).

W wybranych przypadkach diagnostyka może zostać rozszerzona o bardziej zaawansowane techniki obrazowania. Zastosowanie dopplerografii mikronaczyniowej (MVF, ang. *microvascular flow imaging*) umożliwia ocenę przepływu krwi o bardzo niskiej prędkości w mikrokrażeniu łożyska, co może pozwolić na wczesne rozpoznanie zapalenia łożyska, jeszcze przed wystąpieniem zmian morfologicznych.

Ultrasonografia kontrastowa (CEUS, ang. *contrast-enhanced ultrasound*) pozwala natomiast na ocenę perfuzji łożyska i może uwidocznić jej zaburzenia, wskazujące na dysfunkcję tkankową, m.in. u płodów brachycefalicznych z uogólnionym obrzękiem (ang. *anasarca*) lub wodogłowie (16).

Ocena stanu płodu

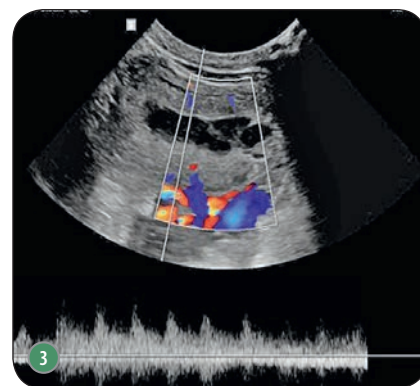
Ultrasonografia jest rutynowo wykorzystywana również do oceny stanu płodu pod kątem występowania objawów stresu. Częstość akcji serca płodu (FHR, ang. *fetal heart rate*) stanowi wartościowy wskaźnik jego stanu. W warunkach prawidłowych FHR jest 2-3 razy większa od częstości akcji serca matki i wynosi około 220-240 uderzeń/min (21-23). Powszechnie przyjmuje się, że FHR > 190 uderzeń/min jest wartością prawidłową, natomiast spowolnienie czynności serca płodu, zwłaszcza utrzymujące się przez kilka minut lub dłużej, wskazuje na stres płodowy (24).

Częstość akcji serca płodu wzrasta od wczesnych etapów ciąży do około 20. dnia przed porodem, po czym zaczyna stopniowo się obniżać, by ostatecznie osiągnąć wartości charakterystyczne dla okresu porodu. Zjawisko to wynika z faktu, że początkowo czynność serca płodu pozostaje pod dominującą kontrolą układu współczulnego, co powoduje zwiększenie częstości jego pracy. Wraz ze wzrostem wpływu układu przywspółczulnego pod koniec ciąży częstość akcji serca płodu stopniowo się zmniejsza.

Zarówno u ras dużych, jak i małych parametr ten jest zazwyczaj wyższy niż u ras średnich. Częstość akcji serca matki zwiększa się w trakcie całej ciąży, co prawdopodobnie jest związane z koniecznością zapewnienia większego przepływu krwi przez macicę. Przyspieszenie czynności serca płodu może być również związane z jego ruchami (25, 26).

W jednym z badań częstość akcji serca wynoszącą 180-220 uderzeń/min uznano za oznakę łagodnego stresu płodu, natomiast FHR < 180 uderzeń/min interpretowano jako objaw ciężkiego stresu płodowego związanego z hipoksją (23). W innych badaniach częstość akcji serca płodu < 140-180 uderzeń/min również uznawano za oznakę przedłużającego się stresu płodowego spowodowanego niedotlenieniem (22, 27).

Okresowe skurcze macicy obejmujące obszar, w którym znajduje się płód, mogą przejściowo i znacząco obniżyć częstość jego akcji serca. Powinna ona jednak powrócić do wartości prawidłowych w ciągu 1-2 minut i utrzymywać się w granicach normy, jeśli nie



Ryc. 3. Zapadnięty pęcherzyk ciążowy u jamnika, 25. dzień od owulacji



Ryc. 4. Resorpcja obok prawidłowego pęcherza ciążowego, sznaucler, 25. dzień od owulacji



Ryc. 5. Resorpcja oznaczona żółtym znacznikiem, owczarek niemiecki, 21. dzień od owulacji

występuje stres płodowy. Spowolnienie czynności serca płodu może być spowodowane jego uciskiem podczas przemieszczania się w kanale rodny lub skurczami macicy ograniczającymi przepływ krwi przez łożysko.

Oznaki spowolnienia czynności serca płodu mogą pojawić się 48-72 godziny przed porodem. Wraz ze zbliżaniem się porodu częstość akcji serca płodu stopniowo się zmniejsza.

W przypadku suk, u których podczas ultrasonograficznej oceny ciąży obserwuje się najpierw spowolnienie, a następnie przyspieszenie czynności serca płodu, współwystępujące z objawami porodu (dyszenie, budowanie gniazda, skurcze), bez następującego po nich postępu akcji porodowej, warto wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia atonii macicy. W takich sytuacjach należy rozważyć wykonanie cięcia cesarskiego (24). ►

- Ocena FHR (ang. *fetal heart rate*) oraz stosunku FHR/MHR (czyli stosunku częstości akcji serca płodu do częstości akcji serca matki) może być bardziej przydatna w ocenie stresu płodu niż sama wartość FHR (25, 26). W tym celu stosuje się następujące równanie:

$$Z = 1,8284 - 0,0137X + 0,00014X^2 + 0,05071Y - 0,00099Y^2$$

gdzie:

Z – stosunek FHR/MHR (czyli stosunek częstości akcji serca płodu do częstości akcji serca matki),

X – masa ciała matki przed ciążą (kg),

Y – liczba dni pozostałych do porodu.

Zarówno FHR, jak i stosunek FHR/MHR zwiększają się między 35. a 20. dniem przed porodem, a następnie zaczyna się stopniowo zmniejszać (25, 26).

Stres płodu można także ocenić na podstawie analizy wód płodowych. Ich zwiększona echogeniczność może wskazywać na obecność smółki (mekonium) lub krwawienia do wód płodowych, spowodowanego przedwczesnym oddzieleniem łożyska (23).

Wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu płodu (IUGR, ang. *intrauterine growth restriction*) można rozpoznać, gdy stosunek średnicy jamy brzusznej do średnicy dwuciemiowej (ABD/BPD) wynosi < 2, począwszy od 48. dnia ciąży aż do porodu. Szczenięta z niskim stosunkiem ABD/BPD zwykle mają masę urodzeniową mniejszą o ponad 20% od średniej masy urodzeniowej właściwej dla danej rasy i są bardziej narażone na wczesną śmierć noworodkową (23).

Zwiększenie lub zmniejszenie objętości płynu otaczającego płód może wskazywać na pęknięcie jednej lub obu błon płodowych, zaburzenia funkcji łożyska albo nieprawidłowości dotyczące połykania i usuwania płynu owodniowego przez płód. Należy pamiętać, że wraz z postępem ciąży ilość wód płodowych stopniowo się zmniejsza, natomiast płód zwiększa swoje rozmiary.

Oddzielenie łożyska może mieć charakter częściowy lub całkowity, a płód zazwyczaj nie przeżywa długo po rozpoczęciu tego procesu. Pogrubienie łożyska może wskazywać na zaburzenia przepływu krwi, zmniejszoną zdol-

ność łożyska do usuwania produktów przemiany materii płodu lub zapalenie łożyska.

Śmierć płodu rozpoznaje się na podstawie braku czynności serca na etapie ciąży, na którym powinna być już stwierdzana. Morfologia narządów płodu staje się mniej wyraźna w ciągu 12 godzin po jego śmierci, a po 24 godzinach ulega znacznemu zatarciu (27). Masa płodu stopniowo się zmniejsza, a jego ciało z czasem ulega kondensacji, tworząc kulistą strukturę o jednorodnej echogeniczności. Kręgosłup, żebra oraz czaszka płodu mogą być identyfikowane dłużej u płodów zmumifikowanych niż w przypadku nieżywotnych płodów ulegających rozkładowi (20).

Ocena żywotności płodu w celu podjęcia decyzji o wykonaniu cięcia cesarskiego

Regularne badania ultrasonograficzne suki w ostatnich dniach ciąży stanowią kluczowy element oceny żywotności płodów i wspomagają podjęcie decyzji o wykonaniu cięcia cesarskiego. Umożliwiają monitorowanie podstawowych parametrów stanu płodów, takich jak częstość akcji serca (FHR), aktywność ruchowa, rozwój i perystaltyka jelit, a także ocenę charakteru płynów płodowych oraz stanu łożyska (26-28).

Nieprawidłowości dotyczące tych parametrów, w szczególności spadek częstości akcji serca, osłabienie ruchów płodów oraz zmiany echogeniczności wód płodowych lub łożyska, mogą wskazywać na pogarszającą się żywotność płodów i stanowić istotną przesłankę do podjęcia decyzji o wykonaniu cięcia cesarskiego. W połączeniu z monitorowaniem stężenia progesteronu parametry te pozwalają klinicyście możliwie dokładnie ocenić gotowość do rozpoczęcia fazy wypierania płodów. Rozwój jelit płodu oraz ich aktywność perystaltyczna zazwyczaj nasilają się bezpośrednio przed rozpoczęciem drugiej fazy porodu.

Ocena suki w przypadku dystocji

W postępowaniu w przypadku ciężkiego porodu u suk często konieczne jest dokonanie wyboru między leczeniem farmakologicznym a wykonaniem cięcia cesarskiego. Można rozważyć leczenie

farmakologiczne, jeżeli częstość akcji serca płodów jest stabilna, łożysko pozostaje prawidłowo przytwierdzone, nie występują oznaki niemożliwej do usunięcia obturacji płodowej, a przyczynę dystocji można wyeliminować.

Badanie ultrasonograficzne stanowi istotny element oceny suki z dystocją, ponieważ pozwala uwidocznienie oddzielenie łożyska oraz zwiększoną echogeniczność płynów płodowych. Obraz ten może wskazywać na obecność mekonium lub krwawienie owodniowe bądź łożyskowe.

Ultrasonografia jest obecnie powszechnie dostępną metodą diagnostyczną. W medycynie weterynaryjnej dobrze opisano przedstawione powyżej techniki monitorowania przebiegu ciąży. Opisane poniżej przypadki kliniczne ilustrują praktyczne zastosowanie badania ultrasonograficznego w planowaniu porodu.

Przypadek kliniczny I

Na konsultację przyprowadzono trzyletnią sukę rasy chihuahua. Pięć tygodni wcześniej doszło do jej przypadkowego pokrycia przez psa tej samej rasy. Pacjentka nie wykazywała niepokojących objawów, a w badaniu klinicznym nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości. W badaniu ultrasonograficznym uwidoczniono ciążę jedнопłodową. Częstość akcji serca płodu wynosiła 235 uderzeń na minutę. Na podstawie pomiaru średnicy dwuciemiowej wyliczono, że do porodu pozostały 23 dni.

W związku z obecnością jednego płodu podjęto decyzję o zaplanowaniu cięcia cesarskiego. Ze względu na brak monitorowania okresu okółowulacyjnego oraz dużą rozpiętość czasu trwania ciąży, licząc od daty krycia (56-72 dni), termin porodu oszacowano przede wszystkim na podstawie biometrii płodowej. Zalecono także, aby na około tydzień przed szacowanym terminem porodu właściciel codziennie, o stałych porach, mierzył temperaturę rektalną suki. Miało to umożliwić wykrycie jej obniżenia, które następuje najczęściej 8-24 godziny przed porodem i jest związane ze zmniejszeniem stężenia progesteronu.

Podczas wizyty kontrolnej, przeprowadzonej dwa tygodnie później, nie stwierdzono nieprawidłowości w rozwoju płodu. Częstość jego akcji serca

wynosiła 249 uderzeń na minutę. Narządy wewnętrzne były prawidłowo wykształcone, natomiast perystaltyka jelit nie była jeszcze widoczna. Powtórzone pomiar średnicy dwuciemieniowej i na jego podstawie oszacowano, że poród nastąpi za 7 dni.

Po trzech dniach właściciel ponownie zgłosił się z pacjentką na konsultację z powodu obserwowanych w nocy objawów niepokoju – suka dyszała i nie chciała jeść. W badaniu klinicznym nie stwierdzono nieprawidłowości. W badaniu ultrasonograficznym częstość akcji serca płodu wynosiła 216 uderzeń na minutę. Ruchy jelit nadal nie były widoczne, co świadczyło o niedojrzałości płodu. Na podstawie pomiaru średnicy dwuciemieniowej wyliczono, że do porodu pozostało 2,5 dnia. Oznaczono również stężenie progesteronu, które wynosiło 9,29 ng/ml.

Wizytę kontrolną zaplanowano na dwa dni później. Właściciela poproszono o wcześniejszy kontakt z lekarzem weterynarii prowadzącym ciążę w przypadku wystąpienia objawów sugerujących zbliżający się poród, np. budowania gniazda lub obniżenia temperatury rektalnej.

Podczas zaplanowanej konsultacji właściciel poinformował, że około 11 godzin wcześniej zaobserwował obniżenie temperatury ciała suki o 1°C. Badanie kliniczne pacjentki nie wykazało nieprawidłowości, natomiast widoczne było rozluźnienie mięśni brzucha oraz okolicy krocza. Wykonano badanie ultrasonograficzne, w którym uwidocznił wyraźną perystaltykę jelit płodu. Częstość jego akcji serca wynosiła 194 uderzenia na minutę.

Podjęto decyzję o wykonaniu cięcia cesarskiego. Wydobyto żywotne szczenię płci męskiej o masie ciała 185 g. Matkę i noworodka wypisano do domu w dobrym stanie ogólnym.

Przypadek kliniczny II

Na konsultację hodowca zgłosił się z 1,5-letnią kotką rasy szkockiej zwisłouchą długowłosą, u której podejrzewano zaburzenia przebiegu porodu. Powodem wizyty był brak akcji porodowej pomimo wydalania czopu śluzowego. Ciąża była wynikiem nieplanowanego krycia, a przewidywany termin porodu, oszacowany na podstawie przybliżonej daty krycia, upłynął 1-2 dni przed

zgłoszeniem kotki do kliniki. Był to jej pierwszy poród.

W badaniu klinicznym nie stwierdzono istotnych odchyśleń od normy. W okolicy sromu obserwowano przejrzysty wypływ śluzowy, natomiast gruczoły mlekowe były powiększone i wypełnione mlekiem. Badanie ultrasonograficzne jamy brzusznej potwierdziło obecność ciąży mnogiej oraz żywych płodów. Częstość akcji serca dwóch płodów wynosiła odpowiednio 235 i 233 uderzenia na minutę. Widoczna była również perystaltyka ich jelit.

Zalecono obserwację pacjentki w warunkach domowych oraz zapewnienie jej spokoju i odpowiednich warunków do porodu. Właściciel został poinstruowany o konieczności niezwłocznego kontaktu z lekarzem weterynarii w przypadku pojawienia się zielonego lub krwistego wypływu z dróg rodnych bądź silnych skurczów macicy bez postępu akcji porodowej. Jeżeli poród nie rozpocząłby się, zalecono zgłoszenie się na wizytę kontrolną następnego dnia.

Następnego dnia rano właściciel ponownie zgłosił się z kotką na badanie. Z wywiadu wynikało, że poprzedniego dnia, w godzinach popołudniowych, kotka urodziła jedno żywe kocię z pomocą właściciela. Po porodzie doszło do ustania skurczów macicy i zahamowania dalszej akcji porodowej.

W badaniu kontrolnym nie stwierdzono czynności skurczowej macicy ani patologicznego wypływu z dróg rodnych. Ponownie wykonano badanie ultrasonograficzne, które wykazało obecność dwóch żywych płodów. Częstość ich akcji serca wynosiła około 233 uderzeń na minutę. Nie obserwowano czynności skurczowej macicy.

Podjęto próbę farmakologicznej stymulacji porodu przez podanie oksytocyny i preparatu wapnia oraz wdrożenie dożylną płynoterapii. Pomimo zastosowanego postępowania nie uzyskano wznowienia akcji porodowej. W związku z tym podjęto decyzję o wykonaniu cięcia cesarskiego.

W wyniku interwencji chirurgicznej wydobyto dwa zdrowe kocięta. Zabieg oraz bezpośredni okres pooperacyjny przebiegały bez powikłań.

Podsumowanie

Ultrasonografia w prezentacji B jest metodą diagnostyczną powszechnie stosowa-

naną w położnictwie weterynaryjnym. Umożliwia uwidocznienie pęcherzyków ciążowych oraz oszacowanie ich liczby po 20-22 dniach od owulacji u suk i po 15-17 dniach u kotek (1, 2). W warunkach prawidłowych pęcherzyki ciążowe są bezechowymi, cienkościennymi strukturami. Badanie na tym etapie pozwala wykryć resorpcje, które są widoczne w postaci zapadniętych pęcherzyków ciążowych o pogrubiałych ścianach, zawierających niewielką ilość bezechowego płynu.

Ocena ultrasonograficzna ciąży między 35. a 47. dniem od wyrzutu hormonu luteinizującego umożliwia identyfikację narządów wewnętrznych płodu: pęcherza moczowego, żołądka, wątroby, nerek oraz płuc (7). Pomiar częstości akcji serca płodu jest wiarygodnym parametrem oceny jego żywotności oraz dobrostanu. W tym celu wykorzystuje się również wykonywany za pomocą techniki Dopplera pomiar przepływu krwi w tętnicy pępowinowej, tętnicy macicznej i tętnicy środkowej mózgu.

Fetometria umożliwia oszacowanie terminu porodu, co jest szczególnie przydatne w sytuacjach, w których brakuje wystarczających informacji na temat okresu okołoowulacyjnego. ■

Piśmiennictwo

1. Nyland T.G., Mattoon J.S.: *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. Elsevier Saunders, St. Louis 2015, 565-600.
2. Johnston S.D. et al.: *Canine and Feline Theriogenology*. Saunders, Philadelphia 2001, 120-165.
3. Lopate C.: *Gestational Aging and Determination of Parturition Date in the Bitch and Queen Using Ultrasonography and Radiography*. „The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice”, 2018, 48 (4), 617-638.
4. Root Kustritz M.V.: *Clinical canine and feline reproduction*. Wiley-Blackwell, Ames 2010, 200-230.
5. England G.C.W., Russo M.: *Ultrasonographic characteristics of early pregnancy in the bitch*. „Theriogenology”, 2006, 66 (3), 550-556.
6. Moriyoshi M., Waki Y., Nakao T., Kawata K.: *Observation of the growth process of a beagle embryo and fetus by ultrasonography*. „The Journal of Veterinary Medical Science”, 1996, 58 (5), 443-445.

Całość piśmiennictwa dostępna na vetkompleksowo.pl.

lek. wet. Julia Gawlik
Katedra Rozrodu z Kliniką
Zwierząt Gospodarskich
Wydział Medycyny Weterynaryjnej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
plac Grunwaldzki 49, 50-366 Wrocław