Ciało żółte z jamką u bydła – przegląd minionych i obecnych poglądów

BARTŁOMIEJ M. JAŚKOWSKI

Katedra Rozrodu z Kliniką Zwierząt Gospodarskich, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 49, 50-366 Wrocław

Otrzymano 07.06.2018

Zaakceptowano 29.11.2018

Jaśkowski B. M.

Corpus luteum with a cavity in cattle: An overview of past and present knowledge

Summary

It is recognized that in cattle there are two physiological, yet morphologically different, forms of corpora lutea (CL): homogeneous ones and those with a cavity. Because of its resemblance to a luteal cyst, a corpus luteum with a cavity may be a significant diagnostic problem. In this article, the author aims to present essential historical and current knowledge of this form of the corpus luteum, from the first analyses in which it was discovered, through extensive CL population studies of the late twentieth century, to theories prevailing in recent years. The conception rates reported by authors cited in this text are compared for both homogeneous and cavitary CL. The article also gives the percentage of cavitary CL in the population, their mean size and concentrations of progesterone secreted. The relationship between the occurrence of CL with a cavity and cows' fertility is described. The article also presents criteria suggested for the size classification of cavitary CL and the most important information about the occurrence of cavitary CL.

Keywords: corpus luteum with a cavity, morphology, progesterone, conception rate, cattle

Ciało żółte (CL) jest jajnikowym gruczołem dokrewnym występującym okresowo u dojrzałych płciowo samic wielu gatunków zwierząt, zarówno podczas cyklu rujowego, jak i ciąży. Jako główne źródło progesteronu (P4) w fazie lutealnej cyklu, przygotowuje macicę do implantacji oraz podtrzymuje ciążę, pełniąc istotną funkcję w reprodukcji (7, 28, 42, 44). Uznaje się, że u bydła fizjologicznie występują dwie morfologicznie różne formy ciała żółtego – lite (CLL) oraz jamiste (CLJ). O ile forma lita nie jest kojarzona z problemem diagnostycznym, rozpoznanie formy jamistej, poprzez jej podobieństwo do tworów patologicznego – cysty luteinowej – dla lekarzy weterynarii stanowić może pewną trudność. Dodatkowo rozbieżności w definicjach, pojawiających się w pracach różnych autorów powodują trudność w określeniu ramowych wartości dla fizjologicznego ciała żółtego z jamką oraz patologicznej cysty luteinowej (3, 8, 39, 45). Celem niniejszego opracowania było przedstawienie rozwoju badań na temat ciała żółtego z jamką u bydła.

Rys historyczny

Ciało żółte jako struktura jajnikowa znane jest od kilku stuleci. Pierwsze wzmianki na temat jego występowania pojawiają się w XVI w., stanowiąc obiekt zainteresowania znanych badaczy takich, jak

Gabrielle Fallopio, a w XVII Marcello Malphigiego czy jednoznacznie kojarzonego z aktywnością jajnika Regniera de Graafa. Obserwacjom tego okresu zawdzięczamy pierwsze ilustracje tego gruczołu, jak również powszechnie dzisiaj znaną, łacińską nazwę – *corpus luteum* (17, 28). Mimo relatywnie wczesnego opisanie ciała żółtego, jego funkcje pozostały nieznane do XX w., a ich stopniowe wyjaśnianie związane było z rozwojem możliwości diagnostycznych zarówno w medycynie ludzkiej, jak i weterynaryjnej. Na przełomie stuleci, kilka zespołów niezależnie potwierdziło funkcję endokrynną ciała żółtego, w czym zasługi miała także grupa z ówczesnego Uniwersytetu Wrocławskiego pod kierownictwem wybitnego niemieckiego uczonego – Ludwiga Fraenkla, który również jako pierwszy określił chemiczną budowę cząsteczki progesteronu (9). Później, w latach dwudziestych poznano budowę histologiczną i anatomiczną ciała żółtego u świni (4, 5). Po raz pierwszy określono podstawowy skład komórkowy gruczołu z uwzględnieniem komórek lutealnych pochodzących z warstwy ziarnistej lub komórek osłonki wewnętrznej. W kolejnym dziesięcioleciu szerszym badaniom poddano zarówno ciała żółte cykliczne, jak i ciążowe, poszerzając jednocześnie badania o kolejne grupy gatunkowe, między innymi o bydło. W 1927 r. opisano

u tego gatunku zależność pomiędzy usunięciem ciała żółtego a wystąpieniem objawów rujowych i owulacji. W tym samym roku pierwszy raz stwierdzono na jajniku, określoną jako twór patologiczny, strukturę lutealną o wypełnionej płynem centralnie położonej wnęce, co na kolejne dziesięciolecia ukształtowało podejście lekarzy weterynarii do tej formy morfologicznej ciała żółtego (15, 17). Ówczesny, nie w pełni wyjaśniony, mechanizm fizjologicznej regulacji cyklu płciowego skierował zainteresowanie badaczy w stronę litego ciała żółtego, co na trzy kolejne dekady przekreśliło dalsze zgłębianie mechanizmów funkcjonowania CL z jamką. Do problemu jamistego ciała żółtego powrócono na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego wieku, jednak umiarkowane możliwości diagnostyczne, w szczególności diagnoza oparta wyłącznie na badaniu palpacyjnym (nie wszystkie jamki są wyczuwalne przez palpację) utrudniały głębsze poznanie procesu powstawania różnych morfologicznie ciałek żółtych (6, 27, 29). Ponadto, materiał wykorzystywany do badań populacyjnych pochodził z ubojni, co w istotny sposób mogło wpływać na efekty prowadzonych analiz. Stąd też pierwsza stosowana powszechnie definicja jamistej formy ciała żółtego określała je jako „torbielowate ciało żółte”, sugerując tym samym patologiczne podłoże procesu jej powstawania. Patologiczną klasyfikację tworów potwierdzał również fakt obniżonych wartości progesteronu we krwi obwodowej u krów ze stwierdzonymi pośmiertnie ciałkami jamistymi oraz mniejsza, niż w przypadku ciałek żółtych o jednolitej strukturze zawartość tkanki lutealnej (16, 27). Dopiero rozwój ultrasonografii w ginekologii weterynaryjnej, w latach osiemdziesiątych, umożliwił poznanie rzeczywistej skali występowania jamek wewnątrz ciałek żółtych u bydła (12, 22, 23, 36). Możliwość przyżyciowej obserwacji dynamiki zmian zachodzących w strukturze ciała żółtego umożliwiła weryfikację poglądów na temat różnic pomiędzy ciałkiem litym i z jamką (30). Określenie „torbielowate ciało żółte” w 1984 r. zastąpione zostało „jamistym ciałkiem żółtym”, używanym obecnie zamiennie z terminem „ciało żółte z jamką” (36). Według obowiązującej definicji, ciało żółte z jamką jest niepatologicznym tworem lutealnym, charakteryzującym się położoną centralnie w stosunku do tkanki lutealnej, wypełnioną płynem wnęką, utrzymującą się po pełnym ukształtowaniu ciała krwotocznego (33).

Częstotliwość występowania ciała żółtego z jamką – pierwsze badania ultrasonograficzne

W latach 80. minionego stulecia dzięki powszechnemu wprowadzeniu ultrasonografii w weterynarii, możliwe stały się przyżyciowe badania nad występowaniem ciała żółtego z jamką. Równoległe działania zespołów Okudy (23, 30, 31) oraz Piersona (34-36) położyły fundamenty pod współczesną diagnozę USG w rozrodzie bydła.

W 1986 r. (23) dokonano ultrasonograficznych obserwacji jajników jałówek (niektóre zwierzęta badane były w dwóch lub trzech kolejnych cyklach), o stwierdzonej wcześniej owulacji oraz zainseminowanych. Jamkę stwierdzono w 37,2% CL. Określano ponadto stężenie P4 oraz średnią długość cyklu rujowego. Podstawowym celem powyższych badań było określenie zależności pomiędzy CLJ a płodnością krów. Nie wykazano jakichkolwiek różnic między CLL oraz CLJ dla średnich wartości P4, długości cyklu oraz wskaźnika ciąży. Zaobserwowano także brak powtarzalności w występowaniu jamki wewnątrz CL w kolejnych cyklach rujowych tych samych jałówek.

Badania CLJ kontynuowano w 1988 r. (31), obejmując nimi 706 krów, od których pośmiertnie pozyskano jajniki. W oparciu o stopień ich rozwoju ciała podzielone zostały na 4 grupy: CL w fazie wzrostu, dominacji, regresji oraz ciała ciążowe. Materiał klasyfikowano do badań na podstawie prawidłowego wyglądu makroskopowego narządów. W przypadku obecności płodu wewnątrz macicy ciała uznawano za ciążowe. W pełni ukształtowane ciała żółte (faza dominacji) podzielono w oparciu o obecność i średnicę jamki na podgrupy: lite, z jamką o średnicy do 9 mm (jamki małe), z jamką o średnicy 10-19 mm (jamki średnie) oraz jamką powyżej 20 mm średnicy (jamki duże). Dwadzieścia pięć CL z tej grupy posłużyło do badania histologicznego, a kolejne 75 do określenia stężeń progesteronu w tkance lutealnej. Na jajnikach oceniano dodatkowo występowanie pęcherzyków dominujących fal nieowulacyjnych (pow. 1 cm średnicy). Jamki wystąpiły w 42,1%, 33,7%, 11,1% oraz 5,1% ciałek żółtych, odpowiednio, dla fazy wzrostu, dominacji, regresji i ciałek ciążowych. Pęcherzyki dominujące towarzyszyły ciałkom żółtym w 80,4%, 93,7% i 80,4% przypadków, odpowiednio, dla CL w fazie wzrostu, dominacji i regresji. Nie stwierdzono zależności między występowaniem pęcherzyków fal dodatkowych a rodzajem ciała żółtego. Badania histologiczne wykazały zwiększony stosunek komórek lutealnych wywodzących się z komórek osłonki wewnętrznej (37,5%) do komórek o pochodzeniu z warstwy ziarnistej (46,6%) w przypadku ciałek żółtych jamistych. Dla CLL procentowy udział komórek lutealnych małych i dużych wynosił, odpowiednio, 28,9% i 52,7%. Liczba pozostałych komórek (w tym pyknotycznych) nie różniła się istotnie. Niezależnie od wielkości jamki, wartości P4 były istotnie wyższe dla CLJ w porównaniu do CLL. Wartości te wyniosły dla jamek małych, średnich i dużych, odpowiednio, 40,8 µg/g, 35,9 µg/g i 38,8 µg/g w stosunku do 29,3 µg/g dla ciałek żółtych o budowie litej. Nie stwierdzono zależności pomiędzy wielkością jamki a stężeniem P4 w tkance jajnika. Dodatkowo, w centralnej części niektórych CLL ciążowych stwierdzono dużą zawartość tkanki łącznej. Podsumowując, ustalono, że występują pewne różnice funkcjonalne pomiędzy dwiema morfologicznymi formami ciałek żółtych, przy

czym obecność jamki nie może być traktowana jako zjawisko patologiczne.

Oceną zależności pomiędzy pomiarami ultrasonograficznymi ciałek żółtych a stężeniem progesteronu zajęli się także Kastelic i wsp. (21, 22). Grupę 23 jałówek w wieku od 18 do 30 miesięcy podzielono losowo na zwierzęta inseminowane oraz nieinseminowane. Monitorowano rozwój pęcherzyka dominującego, a po owulacji kolejne badania ultrasonograficzne odbywały się w wyznaczonych dniach pomiędzy 2. a 21. W oparciu o średnicę jamki, CL jamiste podzielono na 3 grupy: duże (pow. 10 mm średnicy), średnie (6-10 mm średnicy) i małe (2-5 mm średnicy). Wzrost wartości przekroju powierzchni tkanki lutealnej odpowiadał wzrostowi stężenia P4 od 2. do 11. dnia po owulacji, niezależnie od badanej grupy. Istotnie wyższe wartości progesteronu stwierdzono w ostatnich badaniach u krów cielných w stosunku do niecielných i nieinseminowanych. Obecność CLJ nie wpływała w istotny sposób na stężenie progesteronu we krwi, przy czym najwyższe wartości P4 stwierdzono u krów z ciałkiem żółtym z jamką średniej wielkości (w porównaniu do krów z CL z małą jamką, CL litymi oraz CL z dużą jamką). Nie stwierdzono zależności między występowaniem jamki, a wartością wskaźnika ciąży u inseminowanych zwierząt.

Równolegle prowadzono badania morfologiczne ciałek żółtych z jamką w cyklu rujowym oraz wczesnej ciąży (22). Działania te miały na celu określenie czasu, w jakim zanikają jamki, zbadanie zależności między ilością tkanki lutealnej, a wielkością jamki oraz sprecyzowanie różnic w wielkościach oraz czasie zaniku jamki w ciałkach cyklicznych i ciążowych. CLJ stwierdzono w 77% okresach międzyrujowych oraz w przypadku 86% ciałek ciążowych. Był to najwyższy procentowy udział CLJ w całej populacji CL, jaki kiedykolwiek opisano. Niezależnie od ostatecznej wielkości jamki, ich największe średnice stwierdzane były 6. dnia po owulacji. Jamki zanikały średnio w 9,3-17,4 dni po utworzeniu CL u zwierząt nieinseminowanych oraz w 7-20,2 dni u zwierząt cielných. Nie stwierdzono istotnych różnic w wielkościach jamek u zwierząt cielných i nieinseminowanych, jak również w długości cyklu rujowego dla obu form morfologicznych CL. Powierzchnia całkowita przekroju ciałka żółtego różniła się istotnie w zależności od wielkości jamki, nie przekładało się to jednak na statystyczne różnice w powierzchni przekroju samej tkanki lutealnej.

W nurt badań nad zagadnieniem różnej morfologii ciałek żółtych u bydła wpisały się również te prowadzone w latach 90. XX wieku w Czechach (13, 14). W 1994 r. opublikowano szerokie analizy ultrasonograficzne, w których uwzględniono łącznie ponad 4 tys. bydłych ciałek żółtych, podzielonych na ciałka cykliczne oraz ciążowe. Występowanie jamistej formy ciałka żółtego określono na 33,88% oraz 28,65%, odpowiednio, dla ciałek cyklicznych oraz ciążowych. Badania wykazały ponadto dużą

zmiennosć jamek zależną od liczby dni po owulacji oraz wieku stwierdzonej ciąży. W oparciu o obecność lub brak ciąży, a także występowanie formy litej lub jamistej, ciałka żółte podzielone zostały na 4 grupy (lite cykliczne, jamiste cykliczne, lite ciążowe, jamiste ciążowe). Ponadto najliczniej występujące ciałka ciążowe z jamką, w oparciu o jej rozmiary zaklasyfikowano do 4 podgrup: 2-6 mm, 7-9 mm, 10-19 mm oraz powyżej 19 mm średnicy. Wyniki wykazały, że niezależnie od grupy, ciałka żółte największe rozmiary uzyskiwały w 9. dniu po inseminacji. Wykazano, że objętości ciążowych CL z jamką przewyższały ich lite odpowiedniki we wszystkich badaniach do 25. dnia po inseminacji. Średnie stężenia progesteronu dla CL ciążowych okazały się wyższe w przypadku struktur jamistych, niezależnie od dnia pomiaru. Ponadto, tendencja ta stwierdzona została u każdej z krów, u której ciąża związana była z obecnością CL z jamką. Różnice te były szczególnie znaczące w 4. i 9. dniu po inseminacji. Dodatkowo, średnie stężenia progesteronu wzrastały do 40. dnia po inseminacji u krów z CL z jamką, tymczasem u krów o CL litym, począwszy od dnia 20. wartości te utrzymywały się na podobnym poziomie. W podsumowaniu, autorzy powyższych badań podkreślili brak patologicznego wpływu jamistej formy ciałka żółtego na skuteczność inseminacji oraz prawdopodobieństwo podtrzymania ciąży. Badania ultrasonograficzne pozwoliły także na wyróżnienie dwóch form CL z jamką: o wnętrzu wypełnionym aechogennym płynem oraz skrzepem.

Analizy echotekstury CL realizował zespół kanadyjski (43). Badanie prowadzono na jałówkach w wieku od 19 do 25 miesięcy, przez dwa kolejne okresy międzyrujowe. Uzyskany materiał badawczy podzielony został na dwie grupy: ciałka żółte z jamką oraz ciałka żółte lite. Nie stwierdzono istotnych różnic w stężeniach progesteronu, a także średniej wartości pikseli (zsumowanych wartości liczbowych odpowiadających odcieniom obrazu podczas analizy komputerowej) obrazów ultrasonograficznych oraz heterogeniczności CL (po zsumowaniu wyników dla obu grup). Niezależnie od rodzaju CL określono, że sumaryczna wartość pikseli (wyrażona w skali szarości od 1 do 64) z początkowej wysokiej wartości, malała w dniach 0-2, następnie osiągała wartość stałą do dnia 16. Niskie wartości stwierdzane były do dnia 18., po którym następował nagły wzrost wartości pikseli (zmiana echogenności). Nie zaobserwowano zależności pomiędzy średnicą badanego ciałka żółtego a średnią wartością pikseli. Stężenie progesteronu rosło statystycznie od 2. dnia po owulacji, osiągając maksymalne wartości między 9.-14. dniem, a najniższe 3 dni przed owulacją.

Tematykę ciałek żółtych z jamką w XX w. zamykają badania nad jej wpływem na skuteczność transferu zarodków (11). Zwierzęta wybrane zostały do zabiegu na podstawie badania ultrasonograficznego przeprowadzonego w 7. dniu cyklu (stojąca ruja – dzień 0.). Ciałka żółte podzielono na lite i jamiste według wzoru

zaproponowanego przez Kastelica (21). Od wszystkich krów pobrano krew w celu określenia stężenia progesteronu. Jamka wystąpiła u 40,7% jałówek biorczyń zarodków, z porównywalnym odsetkiem u zwierząt cielných oraz niecielných. Nie stwierdzono istotnych różnic w odsetku uzyskanych ciąży dla CLL (43,6%) i CLJ (40,6%), jednakże najwyższe wartości wskaźnika ciąży notowano w grupie CLJ o średnich rozmiarach jamki (50%). Na 11 krów, u których jamka osiągnęła lub przekroczyła 20 mm średnicy, ciążę stwierdzono tylko u 2 sztuk. Stwierdzono również, że niezależnie od wielkości jamki nie było różnic w powierzchni tkanki lutealnej (wyliczonej dla największej powierzchni przekroju CL) dla zwierząt cielných, jednakże CLJ o dużych jamkach wykazały istotnie mniejsze powierzchnie w porównaniu z innymi CLJ u zwierząt niecielných. Średnie stężenia P4 nie różniły się pomiędzy sobą, niezależnie od cielnosci ani obecności i wielkości jamki. Autorzy zwrócili uwagę na ciekawą zależność: w każdej z grup CLJ, powierzchnia jamek dla krów, które przez transfer zostały zacielone, była istotnie mniejsza niż u osobników, u których transfer był nieskuteczny, mimo braku różnic w stężeniu progesteronu oraz ogólnej powierzchni tkanki lutealnej.

XXI wiek – badania współczesne

Badaniem ciała żółtego z jamką zajmowano się również w Hiszpanii (32). Perez-Marin opisał związek pomiędzy występowaniem CL z jamką, a stężeniem progesteronu oraz niektórymi parametrami metabolicznymi. CLJ wystąpiło łącznie w 50% przypadków, z czego 42,9% wśród CL ciążowych oraz 57,1% u zwierząt niecielných. U ośmiu zwierząt jamka wewnątrz ciała żółtego stwierdzona została 4. dnia cyklu, u kolejnych sześciu, dnia ósmego. Ponadto, jamki zaobserwowane wcześniej osiągały większe rozmiary. W ostatnim badaniu CLJ nadal obecne były u dwóch krów (32 dni po AI). Jamki osiągały największe rozmiary 9,1 dni po owulacji, przy czym u krów cielných okres ten ulegał wydłużeniu do 10 dni, w stosunku do 8,5 dnia u krów niecielných. Jamka utrzymywała się w CL średnio przez 11,1 dnia. Analizując pomiary pęcherzyków przedowulacyjnych stwierdzono tendencję do częstszego występowania jamistej formy ciała żółtego jako konsekwencji obecności większych pęcherzyków jajnikowych (1,9 cm do 1,7 cm dla ciałek litych). Wykazano także inną długość cyklu rujowego dla CLL i CLJ, odpowiednio: 20,5 oraz 23 dni. Porównanie ilości tkanki lutealnej obu morfologicznych form CL nie wykazało istotnych różnic. Również średnie stężenia progesteronu dla wszystkich kolejnych badań ciałek litych i jamistych nie różniły się, wykazano jednak nieznaczną tendencję do wyższych wartości progesteronu w dniu 8., w przypadku obecności CLJ. Z innych parametrów objętych badaniem, różnice stwierdzono w stężeniu albumin oraz cynku, w obu przypadkach wyższe wartości stwierdzono dla CL z jamką. Dla pozostałych nie były one istotne. Podsumowując, nie

stwierdzono zależności między morfologią ciała żółtego a jego czynnością endokrynną.

Wyników tych nie potwierdzają badania węgierskie. Opublikowane w 2014 r. analizy porównawcze ciałek litych oraz jamistych nie były tak jednoznaczne (2). Autorzy, w oparciu o materiał rzeźniany, podzielili jamiste twory lutealne na dwie grupy w zależności od grubości ściany lutealnej oraz wielkości jamki. Pierwszą grupę stanowiły więc twory o ścianie lutealnej grubszej niż 1 cm oraz średnicy jamki do 1 cm, uznane za ciała żółte z jamką. Drugą, o ścianie lutealnej cieńszej niż 1 cm i średnicy jamki powyżej 1 cm, określono jako torbielowate ciała żółte (TCL). Obie grupy porównane zostały z kontrolą, którą stanowiły CL lite. Badano średnicę oraz objętość tkanki lutealnej oraz jamek, a także, w badaniu histologicznym, zawartość komórek lutealnych dużych i małych. Pomiedzy badanymi grupami stwierdzono istotne różnice. Największe średnice osiągały ciała żółte z jamką – 27,5 mm, przy średniej wielkości jamki – 7,2 mm oraz grubości ściany lutealnej 10,2 mm. Torbielowate ciała żółte miały przeciętnie 22,5 mm średnicy, przy wielkości jamki – 14 mm oraz grubości ściany 4,2 mm. Najmniejsze okazały się CLL, osiągały średnie wartości 22,3 mm. Opisane różnice nie dotyczyły tylko rozmiarów. Istotne okazały się również rozbieżności w budowie histologicznej. Zmienny był stosunek komórek lutealnych małych do dużych. Najwięcej komórek lutealnych małych występowało w torbielowatych ciałkach żółtych (58,6%), wyniki pośrednie stwierdzono w CLJ (44%), w grupie kontrolnej wartości te były najniższe (37,4%). Określono także skład granicy między jamką a ścianą lutealną. Stwierdzono jej dwuwarstwowy charakter. Warstwę wewnętrzną tworzyły głównie włókna kolagenu, komórek pyknotycznych oraz szczątków komórkowych. Zewnętrzną warstwę stanowiła włóknista tkanka łączna przetykana prawidłowymi komórkami lutealnymi. W grupie TCL warstwa granicznej tkanki łącznej była grubsza niż odpowiadająca jej struktura w CLJ. Autorzy nie określili jednak TCL jako tworów typowo patologicznych, a jedynie jako najmłodsze struktury lutealne, w oparciu o znany fakt, że część komórek lutealnych małych z czasem, przekształca się w komórki duże (1, 26). Uznano, że CLJ mające budowę histologiczną pośrednią pomiędzy TCL a CLL, są tworem przejściowym we wzroście CL.

Najnowsze badania ciałek żółtych z jamką opublikowano w 2016 r. (40). Ich celem było porównanie stężeń progesteronu oraz cholesterolu we krwi obwodowej oraz w płynie, pozyskanym pośmiertnie, z jamek. Badaną grupę w oparciu o wiek ciałek, podzielono na cztery podgrupy: 1-4 (I), 5-10 (II), 11-17 (III) i 18-20 (IV) dni po owulacji. O ile średnie stężenia cholesterolu w surowicy oraz płynie z jamek wykazywały zbliżone wartości oraz utrzymywały podobną tendencję zmian, stężenie progesteronu różniło się wielokrotnie. W surowicy średnie wartości progesteronu

Tab. 1. Podstawowe informacje dotyczące występowania ciała żółtego z jamką, zawarte w artykułach omawianych szerzej

Wyszczególnienie	Poglądy dominujące przed 1980 rokiem	Kito (1986) (23)	Okuda (1988) (31)	Kastelic (1990) (21, 22)
Liczba CL (n)		78	706	80
Ciała żółte z jamką (CLJ) w populacji CL (%)	25,2 (29)	37,2	faza wzrostu: 42,1 dominacja: 33,7 regresja: 11,1 CL ciężowe: 5,1	78,8
Ciała żółte lite (CLL) w populacji CL (%)	74,8 (29)	62,8	faza wzrostu: 57,9 dominacja: 66,3 regresja: 88,9 CL ciężowe: 94,9	21,1
Stężenie P4 we krwi lub tkance lutealnej	niższe dla CLJ	porównywalne dla CLL i CLJ	*wyższe dla CLJ niezależnie od wielkości jamki	porównywalne dla CLL i CLJ
Powierzchnia największego przekroju tkanki lutealnej			porównywalna, więcej małych kom. lut. w CLJ, w CLL więcej dużych kom. lut.	porównywalna dla CLL i CLJ
Wpływ CLJ na płodność	negatywny/ niepłodność/ bez wpływu	bez wpływu	pozytywny	bez wpływu
Inne	CLJ jako twór patologiczny; stosowana nazwa: torbielowate ciało żółte	brak wpływu na długość cyklu, brak powtarzalności w występowaniu jamki w kolejnych cyklach	podział jamek na: małe (do 9 mm), średnie (10-19 mm), duże (pow. 19 mm); brak wpływu pęcherzyka dominującego fali nieowulacyjnej na budowę CL	podział jamek na: małe (2-5 mm), średnie (5-10 mm), duże (pow. 10); jamki u zwierząt cielných i niecielných występują z porównywalną częstotliwością

Objaśnienia: CL – ciało żółte; CLJ – ciało żółte z jamką; CLL – ciało żółte lite; * – stężenie P4 określane z tkanki lutealnej;

wynosiły 1,3, 3,77, 9,33 i 1,6 ng/ml, odpowiednio, dla grup I-IV. Tymczasem wartości te dla płynu z jamek były 1000-krotnie wyższe: 1640, 2640, 4666,67 oraz 2820 ng/ml, odpowiednio, dla wyżej opisanych grup. Próbuąc wyjaśnić nieznany mechanizm formowania się centralnie położonej jamki oraz wypełniającego ją płynu, za prawdopodobną uznano wysuniętą w 2010 r. (41) hipotezę, że komórki warstwy ziarnistej, produkujące substancje o działaniu hydrofilowym, mogą wykazywać takie samo działanie po przekształceniu w komórki lutealne. Ponadto założono, że wysokie stężenia progesteronu są niezbędne do para- i autokrynnej aktywności tego hormonu, co potwierdza wcześniejsze badania o samoregulacji syntezy progesteronu u krów (24).

Od początku badań nad morfologią ciała żółtego u bydła jego jamista forma opisywana była w wielu publikacjach. Częstotliwość jej występowania była zróżnicowana i wynosiła od 25,2% do 78,8% (22, 29, 32). Chociaż od opisanego jamistej formy CL minęły dekady, badacze nie są zgodni w kwestiach mechanizmów ich funkcjonowania w porównaniu do CL litych. Już w okresie powojennym, o ile w jednych badaniach wykazywano patologiczne podłoże powstawania tor-

bielowatego ciała żółtego (16, 17, 27), o tyle w innych podkreślano brak zależności między występowaniem jamistej formy a niepłodnością krów (6, 29). Do lat 80. minionego wieku, kiedy ultrasonografia zrewolucjonizowała badanie diagnostyczne (12), opisano procedury leczenia tej „patologicznej struktury” (20, 31), aby niewiele później uznać ją za twór fizjologiczny (30, 36). Wyniki wskazujące brak różnic w uzyskiwanych stężeniach progesteronu dla obu form ciałek żółtych (18, 21, 23, 25, 32, 37, 38, 43) zostały skonfrontowane z danymi o jego wyższych stężeniach w przypadku CLJ, niezależnie od wielkości jamki (14, 31), jak i z niższymi wartościami P4 dla ciałek jamistych oraz niższym prawdopodobieństwem podtrzymania przez nie ciąży (10, 45) lub zwiększonym ryzykiem zamieralności zarodków (19). Znamienne jest przy tym, że najwyższe stężenia progesteronu w przypadku CLJ stwierdzano w badaniach przeprowadzonych na największym materiale doświadczalnym. Wiele analiz echotekstury ciałek żółtych litych i jamistych nie wykazało różnic w obliczanych ilościach tkanki lutealnej (w najszerszym przekroju CL) (11, 22, 43). Największe średnice jamki wykazywały w dniach 6-9 po owulacji (14, 22, 32), następnie zanikały, jednakże niektóre

w ramach pracy

Grygar (1994) (13)		Tom (1998) (43)	Garcia (2000) (11)	Perez-Marin (2009) (32)	Balogh (2014) (2)
3222**	1204***	15	236	28	10
33,88	28,65	40	40,7	ogółem – 50 CL ciężowe – 42,9 CL cykliczne – 57,1	populacja nie była losowa
66,12	71,35	60	59,3	ogółem – 50 CL ciężowe – 57,1 CL cykliczne – 42,9	populacja nie była losowa
wyższe dla CLJ niezależnie od wielkości jamki		porównywalne dla CLL i CLJ	porównywalne dla CLL i CLJ	porównywalne dla CLL i CLJ	
objętości tkanki lutealnej wyższe dla CLJ		porównywalna dla CLL i CLJ	porównywalna dla CLL i CLJ (krowy cielné), niższa dla CLJ o dużych jamkach (krowy niecielné)	porównywalne dla CLL i CLJ	więcej małych kom. lut. w CLJ, w CLL więcej dużych kom. lut.
bez wpływu		bez wpływu	bez wpływu	bez wpływu	
podział jamek zbliżony do Okudy (31), z dodatkowym podziałem grupy z jamkami małymi; najwyższe rozmiary CLL i CLJ w 9. dniu po inseminacji			podział jamek wg Kastelica (21), w przypadku CLJ o jamce ≥ 20 mm ciążę stwierdzono tylko w 18% przypadków	cykl rujowy z CLJ okazał się istotnie dłuższy niż cykl z CLL; jamki występowały częściej po owulacjach większych pęcherzyków; największe jamki stwierdzano 9,1 dnia po AI; u dwóch krów jamka utrzymała się do ostatniego badania (32 dni po AI); przy CLJ stwierdzono istotnie wyższe poziomy albumin i cynku we krwi	wyróżniono torbielowate ciała żółte jako strukturę poowulacyjną o ścianie cieńszej niż 1 cm i średnicy jamki powyżej 1 cm, CLJ uznano za młodsze struktury lutealne

** – CL cykliczne; *** – CL ciężowe

utrzymywały się do końca analizowanych cykli (22). Wykazano ponadto, że objętość tkanki lutealnej CLJ ciężowych była istotnie wyższa niż ciężowych ciałek litych (22). W zależności od badania różnice stwierdzano także w długości cyklu rujowego dla obu form ciałek żółtych: od braku zmian (23) do istotnie dłuższego cyklu w przypadku CLJ (32). Choć nie wykazano wpływu pęcherzyków dominujących fal nieowulacyjnych na wystąpienie jamki CL (31), udowodniono pewną korelację pomiędzy większymi pęcherzykami dominującymi fali owulacyjnej a obecnością CLJ po owulacji (32). W trakcie badań jamek stwierdzono, że ich wnętrze może wypełniać płyn, skrzep lub tkanka łączna (14, 31). W 2014 r. zaproponowano powrót do dawnej nazwy i nowy podział CLJ na fizjologiczne ciała żółte z jamką (średnica jamki do 1 cm, szerokość tkanki lutealnej powyżej 1 cm) i patologiczne poowulacyjne cysty ciała żółtego (średnica jamki powyżej 1 cm, szerokość tkanki lutealnej do 1 cm) (2). Podsumowanie podstawowych danych z szerzej omówionych artykułów znajduje się w tabeli 1.

Badania histologiczne prowadzone w latach 80. wykazały zmieniony stosunek komórek lutealnych małych do dużych, w CLL stwierdzono więcej komórek

dużych, w CLJ istotnie więcej było komórek małych (2, 31). W oparciu o wcześniejsze badania, w których wykazano, że część komórek lutealnych o pochodzeniu z osłonki wewnętrznej może ulec przekształceniu w komórki lutealne duże (1, 26), założono, że w przypadku CLJ mechanizm ten ulega zablokowaniu, co wyjaśniłoby zmianę stosunku komórek lutealnych w obu typach ciała żółtego (31). Zaproponowano także inną teorię powstawania płynu w jamce (40, 41). Według niej za wypełnienie wnętrza CL odpowiada hydrofilowe działanie komórek warstwy ziarnistej, które mimo przekształceń w komórki lutealne nie tracą tej zdolności.

Ciało żółte z jamką i kontrowersje związane z jego potencjalnym wpływem na rozród krów opisywane są od bez mała wieku. Wiedza na temat jego roli oraz funkcjonowania zmieniała się przez ten czas wielokrotnie, a, co przedstawiono, często równoległe funkcjonowały różne teorie, częściowo lub całkowicie wykluczające się nawzajem. Niektóre z hipotez postawionych podczas zgłębiania tematyki morfologii ciała żółtego u bydła zostały odrzucone, inne, wśród nich ta o powstawaniu samej jamki oraz wypełniającego ją płynu, nadal czekają na wyjaśnienie. Tymczasem

mnogość i, przede wszystkim, zmienność teorii związanych z jamistym ciałkiem żółtym ma bezpośrednie przełożenie na działania kliniczne. Jednoznaczne określenie zależności między morfologią CL a płodnością może przyczynić się do wypracowania doskonalszych metod oceny i selekcji rozrodowej samic przy sztucznym unasiennianiu czy wykorzystywanych w procedurach transferu zarodków. Stąd też, mimo wieloletnich badań prowadzonych przez licznych specjalistów, aktualność problemu pozostaje niezmienna.

Piśmiennictwo

- Alila H.W., Hansel W.: Origin of different cell types in the bovine corpus luteum as characterized by specific monoclonal antibodies. *Biol. Reprod.* 1984, 31, 1015-1025.
- Balogh O. G., Tury E., Abonyi-Toth Z., Kastelic J., Gabor G.: Macroscopic and histological characteristics of fluid-filled ovarian structures in dairy cows. *Acta Vet. Hung.* 2014, 62, 215-232.
- Carroll D. J., Pierson R. A., Hauser E. R., Grummer R. R., Combs D. K.: Variability of ovarian structures and plasma progesterone profiles in dairy cows with ovarian cysts. *Theriogenology* 1990, 34, 349-370.
- Corner G. W.: On the origin of the corpus luteum of the sow from both granulosa and theca interna. *Am. J. Anat.* 1919, 26, 117-183.
- Corner G. W.: The corpus luteum of pregnancy as it is in swine. *Carnegie Inst. Publ.* 222, *Contrib. Embryol.* 1915, 2, 69-94.
- Donaldson L. E., Hansel W.: Cystic corpora lutea and normal and cystic graafian follicles in the cow. *Aust. Vet. J.* 1968, 44, 304-308.
- Fields M. J., Fields P. A.: Morphological characteristics of the bovine corpus luteum during the estrous cycle and pregnancy. *Theriogenology* 1996, 45, 1295-1325.
- Foley G. L.: Pathology of the corpus luteum of cows. *Theriogenology* 1996, 45, 1413-1428.
- Frobenius W.: Ludwig Fraenkel: 'spiritus rector' of the early progesterone research. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 1999, 83, 115-119.
- Gábor G., Tóth F., Mézes M.: Preliminary comparison of luteal cavity size with some serum metabolic parameters in dairy cows. *Biol. Reprod.* 2004, 790 (Special Issue), SI 274.
- Garcia A., Salaheddine M.: Ultrasonic morphology of the corpora lutea and central luteal cavities during selection of recipients for embryo transfer. *Reprod. Dom. Anim.* 2000, 35, 113-118.
- Ginther O. J.: How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology* 2013, 81, 112-125.
- Grygar I., Kudlác E.: Vyskyt a morfologický charakter žlutých telisek s dutinou u cyklujících a březích krav. *Veterinářství* 1994, 44, 564.
- Grygar I., Kudlác E., Doležel R., Nedbálková J.: Volume of luteal tissue and concentration of serum progesterone in cows bearing homogeneous corpus luteum or corpus luteum with cavity. *Anim. Reprod. Sci.* 1997, 49, 77-82.
- Hammond J.: *The Physiology of Reproduction in the Cow*. Cambridge University Press, London 1927, 35-41.
- Hansel W.: Some observations on bovine cystic corpora lutea, [w:] *Proc. V. Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.* 1964, 7, 378-384.
- Hansel W., Blair R. M.: Bovine corpus luteum: a historical overview and implications for future research. *Theriogenology* 1996, 45, 1267-1294.
- Hanzen C. H., Pieterse M., Szenci O., Drost M.: Relative accuracy of the identification of ovarian structures in the cow by ultrasonography and palpation per rectum. *Vet. J.* 2000, 159, 161-170.
- Hatvani C., Balogh O. G., Holló I., Gábor G.: Postpartum and post-insemination frequency of irregular luteal forms on a Hungarian dairy cattle farm [in Hungarian, with English abstract]. *Magyar Állatorv. Lap.* 2009, 11, 647-650.
- Kaneda Y., Domeki I., Nakahara T.: Effects of removal of cystic fluid from cystic corpus luteum on luteinization and conception rate in dairy heifers. *Japan. J. Anim. Reprod.* 1980, 26, 37-42.
- Kastelic J. P., Bergfelt D. R., Ginther O. J.: Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology* 1990 I, 33, 1269-1278.
- Kastelic J. P., Pierson R. A., Ginther O. J.: Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology* 1990 II, 34, 487-498.
- Kito S., Okuda K., Miyazawa K., Sato K.: Study on the appearance of the cavity in the corpus luteum of cows by using ultrasonic scanning. *Theriogenology* 1986, 25, 325-333.
- Kotwica J., Rekawiecki R., Duras M.: Stimulatory influence of progesterone on its own synthesis in bovine corpus luteum. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 2004, 48, 139-145.
- Leidl W., Braun K., Okuda R., Stolla R., Schams D.: Classification of ovarian cysts in the cow. *Wien. Tierarztl. Mschr.* 1983, 70, 208-213.
- Lopez-Dias M. C., Bosu W. T. K.: A review and an update of cystic ovarian degeneration in ruminants. *Theriogenology* 1992, 37, 1163-1183.
- McEntee K.: Cystic corpora lutea in cattle. *Int. J. Fertil.* 1958, 3, 120-128.
- Mitan A., Grzesiak M.: Ciałko żółte – mały gruczoł o wielkim znaczeniu. *Kosmos* 2015, 64, 247-259.
- Morrow D. A., Roberts S. J., McEntee K., Gray H. G.: Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. *JAVMA* 1966, 149, 1596-1609.
- Okuda K.: Morphological and endocrinological studies on corpora lutea with and without cavity formation. *Reprod. Dom. Anim.* 1982, 17, 104.
- Okuda K., Kito S., Sumi N., Sato K.: A study of the central cavity in the bovine corpus luteum. *Vet. Rec.* 1988, 123, 180-183.
- Perez-Marin C.: Formation of corpora lutea and central luteal cavities and their relationship with plasma progesterone levels and other parameters in dairy cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 2009, 44, 384-389.
- Peter A. T., Levine H., Drost M., Bergfelt D. R.: Compilation of classical and contemporary terminology used to describe morphological aspects of ovarian dynamics in cattle. *Theriogenology* 2009, 71, 1343-1357.
- Pierson R. A., Ginther O. J.: Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology* 1987, 28, 929-936.
- Pierson R. A., Ginther O. J.: Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology* 1988, 29, 21-37.
- Pierson R. A., Ginther O. J.: Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology* 1984, 21, 495-504.
- Quirk S. M., Hickey G. H., Fortune J. E.: Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrous cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF_{2α} induced luteolysis. *J. Reprod. Fertil.* 1986, 77, 211-219.
- Rajamahendran R., Robinson J., Desbottes S., Walton J. S.: Temporal relationship among estrus, body temperature, milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cows. *Theriogenology* 1989, 31, 1173-1182.
- Ribadu A. Y., Ward W. R., Dobson H.: Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet. Rec.* 1994, 135, 452-457.
- Rizzo A., Stefani A. L., Piccinno M., Roncetti M., D'Onghia G., Sciorsci R. L.: Dynamics of the progesterone and cholesterol concentrations within the bovine corpus luteum cavity. *Res. Vet. Sci.* 2016, 109, 56-58.
- Rodgers R. J., Irving-Rodgers H. F.: Formation of the ovarian follicular antrum and follicular fluid. *Biol. Reprod.* 2010, 82, 1021-1029.
- Smith M. F., McIntush E. W., Smith G. W.: Mechanism associated with corpus luteum development. *J. Anim. Sci.* 1994, 72, 1857-1872.
- Tom J. W., Pierson R. A., Adams G. P.: Quantitative echotexture analysis of bovine corpora lutea. *Theriogenology* 1998, 49, 1345-1352.
- Wiltbank M. C.: Cell types and hormonal mechanisms associated with mid-cycle corpus luteum function. *J. Anim. Sci.* 1994, 72, 1873-1883.
- Zöldág L., Vetési F., Solti L., Molnár L.: Comparative endocrinological and morphologic studies of the cyclic corpus luteum and follicular-luteal cyst in cattle [in Hungarian, with English abstract]. *Magyar Állatorv. Lap.* 1986, 41, 343-347.

Adres autora: lek. wet. Bartłomiej M. Jaśkowski, Złotniki, ul. Azaliowa 23, 62-002 Suchy Las; e-mail: bmjaskowski@gmail.com