

Numerical aspects of hip joints radiological evaluation in dogs

Degórska B.¹, Bonecka J.², Division of Small Animal Surgery¹, Division of Diagnostic Imaging², Department of Small Animal Diseases, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

The purpose of this paper was to present results of studies performed in dogs presented for radiological examination of hip joints. In addition to subjective, descriptive methods of radiological evaluation of hip joints are based on the radiographic measurements. The Norberg angle is a measurement used for evaluation of canine femoral head displacement from the acetabulum of the pelvis. Both, distraction index and dorsal lateral subluxation index are based on the passive and active hip laxity, respectively. Comparison of three of them is currently difficult. In this report numerical aspects of dogs hip joints comparative radiological analysis were presented.

Keywords: hip joints, radiology, numerical aspects, comparative analysis

Ocena radiologiczna stawów biodrowych psów w aspekcie numerycznym

Beata Degórska¹, Joanna Bonecka²

z Zakładu Chirurgii¹ oraz Pracowni Diagnostyki Obrazowej² Katedry Nauk Klinicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie

Poza metodami opisowymi, subiektywnymi radiologicznej oceny stawów biodrowych jest też kilka innych, które opierają się na pomiarach widocznych w radiogramach struktur tworzących staw.

Pomiar kąta Norberga

Pomiar kąta Norberga jest dokonywany w metodzie OFA, w której opisowi słownemu towarzyszy pomiar tego kąta. Sposób pomiaru i możliwe przy tym błędy opisano w poprzednim artykule. Stwierdzono jednak, że przyjęcie 105° za prawidłową

wartość kąta Norberga daje duży odsetek wyników fałszywych (1). W jednym z badań zweryfikowano ocenę miary kąta Norberga u kilku ras psów i dowiedziono, że gdyby opierać się jedynie na tym pomiarze (105° miara kąta Norberga dla stawów uznanych za zdrowe), ponad 30% z badanych owczarków niemieckich, 89% buldogów amerykańskich oraz 40% labrador retrieverów znalazłoby się w grupie psów z wynikiem fałszywie ujemnym (1). W innym badaniu, w którym porównywano cztery różne rasy, otrzymano z kolei wysoki odsetek wyników fałszywych dodatnich (2).

Metoda PennHIP

Metoda ta opiera się na próbie opisu luźności stawów. Została opracowana w Stanach Zjednoczonych i stopniowo zyskała na popularności na początku lat 90. XX wieku. W metodzie tej ocenia się bierną luźność stawów u psów w wieku już od 16 tygodnia życia, choć zaleca się, aby minimalny wiek badanych psów wynosił 6 miesięcy (3, 4, 5, 6). Do badania psy są uspokajane farmakologicznie i układane w pozycji na grzbiecie. Ocena składa się z kilku etapów. W pierwszym z nich osoba trzymająca zwierzę przytrzymuje kończyny miedniczne ułożone w tzw. neutralnej pozycji, przez co rozumie się wyprostowanie ich do zakresu 10–15°, i wywiera nacisk na kości udowe, tak aby głowy kości udowych zagłębiły się w panewkach. W drugim etapie wykorzystywana jest rozwórka ułożona między kończynami miednicznymi, a osoba trzymająca kończyny miedniczne zwierzęcia przywodzi je, tak aby głowy

kości udowych mogły wysunąć się ze stawów biodrowych (3; **ryc. 1**). Na podstawie tak wykonanych radiogramów wyliczany jest odpowiednio indeks kompresji (IC) oraz indeks dystrakcji (ID). Badanie radiologiczne w projekcji grzbietowo-brzusznej z kończynami miednicznymi wyciągniętymi ku tyłowi jest uzupełnieniem metody PennHIP. Ma na celu wykluczenie obecności zmian zwyrodnieniowych (**ryc. 2, 3, 4**).

Oficjalnie oceną według PennHIP w Stanach Zjednoczonych i w innych krajach posługiwać się może wyłącznie lekarz, który ukończył odpowiedni kurs i otrzymał certyfikat. Z jednej strony daje to pewność, że badanie wykonywane jest w sposób powtarzalny, zgodny z opisaną procedurą, z drugiej zaś pozwala na gromadzenie bazy danych i prowadzenie analiz (7).

W rzeczywistości jednak pomiar indeksu dystrakcji bez stosownego certyfikatu prowadzony jest w różnych krajach na świecie. Pomiaru dokonuje się na podstawie radiogramów, a pacjenci do badania

są ułożeni bez oryginalnej rozwórki, a jedynie z jej modyfikacją (**ryc. 1**). Wyniki takich pomiarów rzecz jasna nie są gromadzone w bazie danych PennHIP.

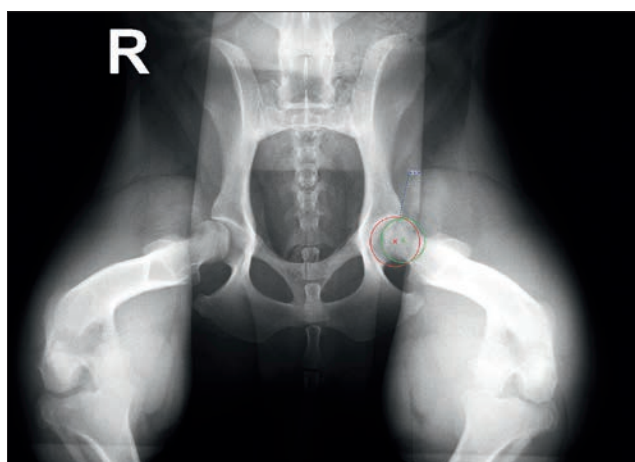
Sposób pomiaru jest następujący. Na radiogram nanosi się dwa okręgi – jeden otacza cień panewki oraz drugi otacza głowę kości udowej. Następnie wyznacza się odcinek łączący dwa centra – głowy kości udowej oraz panewki. Obliczenie indeksu kompresji/dystrakcji uzyskuje się przez podzielenie długości wyznaczonego odcinka przez średnicę głowy kości udowej $CDI=d/r$. Indeks kompresji jest wskaźnikiem stopnia wypełnienia dna panewki, zaś indeks dystrakcji opisuje bierną luźność stawu. Wartość indeksu dystrakcji zawarta jest między 0 i 1, przy czym wartość 0 oznacza staw zdrowy, wartość 1 całkowicie zwichnięty. ID można też opisać jako procent głowy kości udowej, który znajduje się poza stawem ($ID=0,75$ oznacza, że 75% głowy kości udowej znajduje się poza panewką; **ryc. 3, 4**).



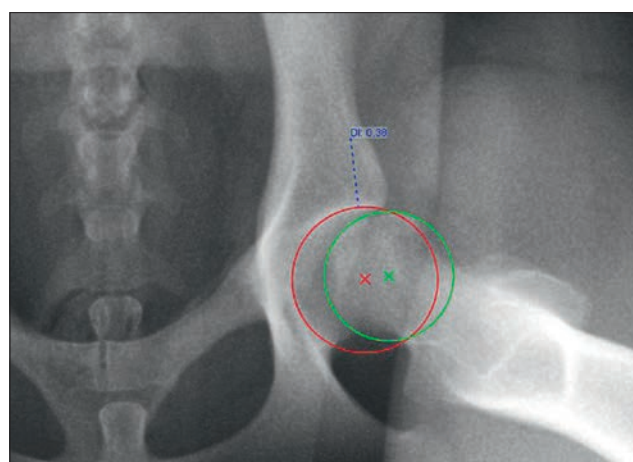
Ryc. 1. Ułożenie pacjenta do badania. Widoczna jest rozwórka ułożona między kończynami miednicznymi pacjenta. Kończyny miedniczne psa przytrzymuje się w taki sposób, aby uda były przywiedzione oraz ułożone pod kątem około 60° w stosunku do powierzchni stołu. Nacisk w kierunku głów kości udowych, w przypadku luźności w stawach biodrowych, powoduje wysunięcie się głów z panewek w kierunku grzbietowo-przednio-bocznym



Ryc. 2. Projektja brzuszno-grzbietowa z wyprostem stawów biodrowych i kolanowych (projekcja OFA). Zdjęcie przedstawia fragment radiogramu. Pies labrador, 4 lata. Symetryczne otwory zasłonowe, symetryczna miednica, trzony kości udowych równolegle położone. Stawy biodrowe prawidłowe



Ryc. 3. Pacjent z ryc. 2 zbadany metodą PennHIP. Pomiar w projekcji z dystrakcją dla lewego stawu biodrowego. Wyliczony indeks dystrakcji = 0,38



Ryc. 4. Powiększony fragment radiogramu ryc. 3. Lewy staw biodrowy z naniesionymi pomiarami



Ryc. 5. Schematyczny rysunek ułożenia psa do oceny indeksu DLS. Kolana są poniżej płaszczyzny stołu, na której leży pies, kości udowe ułożone prostopadkiem do podłoża

Uważa się, że bierna luźność stawu określona konkretnym indeksem dystrakcji wykryta we wczesnym wieku jest ważnym prognostykiem choroby zwyrodnieniowej stawów biodrowych w wieku starszym (3, 4). Psy z indeksem dystrakcji mniejszym niż 0,3 są uznane za takie, u których w przyszłości nie rozwiną się zmiany zwyrodnieniowe, zaś psy z indeksem większym lub równym 0,7 są w grupie wysokiego ryzyka. Im bardziej wartość indeksu dystrakcji przekracza 0,3, tym prawdopodobieństwo rozwinięcia się choroby zwyrodnieniowej stawów jest większe. W populacji psów dużych ras, które nie zapadają na dysplazję stawów biodrowych, takich jak chart rosyjski czy greyhound, indeks dystrakcji zazwyczaj stwierdzany jest na poziomie $DI \leq 0,3$. Z kolei w rasach, w których dysplazja stawów biodrowych występuje powszechnie, średni DI znacznie przekracza poziom 0,3 i w różnych badaniach jego wartość jest nieco inna – amerykański buldog 0,54; berneński pies pasterski 0,54; nowofundland 0,58 (wg 10); berneński pies pasterski 0,64, labrador retriever 0,5–0,52 (wg 9).

Przy porównaniu DI i dwóch metod oceny manualnej stawów biodrowych oraz czterech metod radiologicznych okazało się, że DI jest wśród nich najczulszym wskaźnikiem prognozującym wystąpienie zmian zwyrodnieniowych. U tych spośród badanych psów, u których stwierdzono $DI < 0,31$ w wieku 6–10 tygodni życia, w wieku jednego roku stawy biodrowe oceniano jako zdrowe. 81% zwierząt z $DI 0,31$ – $0,41$ (ocena w wieku 6–10 tygodni) była zdrowa w wieku 1 roku. Oceniając zwierzęta nieco starsze – w wieku 16–18 tygodni – u tych, u których DI zawierał się w przedziale $0,31$ – $0,41$, u 93% stwierdzano brak zmian charakterystycznych dla choroby zwyrodnieniowej, badając je w wieku 1 roku (10).

W starszych doniesieniach można znaleźć informację, że choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych z dużym prawdopodobieństwem rozwinię się u psów z $DI > 0,3$. Tymczasem w badaniach

Gatineau (9) znalazło to potwierdzenie jedynie w przypadku 50% badanych zwierząt. Badanie przeprowadzono w grupie 73 psów i okazało się, że 69% spośród nich miało DI w przedziale $0,3$ – $0,7$ (badanie w wieku 6 miesięcy), ale jedynie u 19% z nich stwierdzono w późniejszym okresie chorobę zwyrodnieniową. Ocena dotyczyła psów, które znajdują się w grupie zwierząt o wysokim ryzyku wystąpienia dysplazji stawów biodrowych – labradory, berneński pies pasterski oraz mieszańce labradorów i berneńskich psów pasterskich).

Każda z ras może mieć nieco inny, prawidłowy wynik DI. Gdyby przyjąć, że wynik 0,3 jest graniczny między wszystkimi psami chorymi i zdrowymi, oznaczałoby to, że większość psów średnich i dużych ras uznanych zostałaby za chore. U większości tych psów, uznanych za zdrowe, DI może wahać się między $0,4$ – $0,74$ (4, 11).

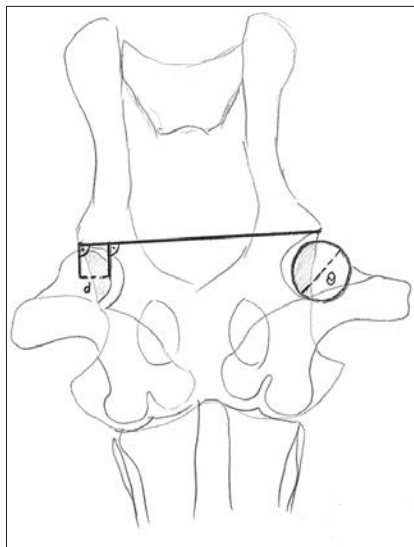
W ostatnich latach przybywa informacji, że bardziej miarodajnym pomiarem jest DI niż kąt Norberga. Wynik pomiaru indeksu dystrakcji, w odróżnieniu od wyniku pomiaru kąta Norberga, jest powtarzalny i taki sam, nawet jeśli wykonywany jest przez różne osoby bez odpowiedniego doświadczenia (3). Stwierdzono niską korelację między kątem Norberga i ID.

Ocena DLS

DLS (dorsolateral subluxation) określenie to odnosi się do metody, opatentowanej w 1999 r., która także bada luźność stawów biodrowych. Przyjmuje się, że jest to metoda, która ocenia stawy w ich fizjologicznym położeniu oraz fizjologicznym obciążeniu. Uważa się, że opisuje funkcjonalną luźność stawów biodrowych, w porównaniu do PennHIP, która określa bierną luźność. Opracowanie tej metody było poprzedzone różnymi próbami uchwycenia w obrazie radiologicznym stawów biodrowych w ich naturalnym ułożeniu. Psy w głębokim uspokojeniu lub w nieczuleniu ogólnym są układane do badania w pozycji na mostku w specjalnie przygotowanym łożu, z kończynami piersiowymi

wyciągniętymi ku przodowi, ze stawami kolanowymi zgiętymi, z kośćmi udowymi ułożonymi prostopadkiem do kręgosłupa i do podłoża. Stół do ułożenia pacjenta jest tak przygotowany, aby kręgosłup zwierzęcia był ułożony równolegle do jego blatu, zaś kolana były podparte i opuszczone w stosunku do ciała. W tym ułożeniu naturalny nacisk masy ciała zwierzęcia jest jedynym czynnikiem, który działa na stawy biodrowe. Na podstawie zdjęcia rentgenowskiego oceniane jest przykrycie głowy kości udowej panewką wyrażone procentowo (12; ryc. 5). DLS wyliczany jest ze wzoru $DLS = d/\theta \times 100$, gdzie d jest odległością między styknięciem do głowy kości udowej wewnątrz panewki, a równoległą do niej linią opuszczoną z przedniej części panewki; θ zaś jest średnicą okręgu, w który wpisuje się głowa kości udowej. Indeks DLS jest wyliczany dla każdego stawu osobno. Uważa się, że indeks DLS nie zmienia się po 8 miesiącu życia. Psy z indeksem DLS $> 55\%$ uznawane są za zwierzęta zdrowe, psy z indeksem $< 45\%$ są zagrożone wystąpieniem dysplazji stawów biodrowych oraz chorobą zwyrodnieniową (12, 13). Próbowano określić zależność pomiaru DLS i DI, ale nie została ona precyzyjnie ustalona. W jednym z badań u większości psów stwierdzono zależność między wartościami DLS i DI, jednak u jednego z psów, 4,5-letniego labradora retrievera niewykazującego zmian o charakterze OA, indeks DLS stawów biodrowych był wysoki i wynosił odpowiednio dla stawu lewego 68% i prawego 59%, zaś DI wynosił odpowiednio 0,4 dla stawu lewego i 0,44 dla stawu prawego. Dodatkowo, u tego pacjenta w ocenie OFA stawy określono jako dobre (3 w skali OFA). Gdyby przyjąć, że DI powyżej 0,3 oznacza staw zagrożony oraz że na podstawie wyniku DI można wnioskować o wartości indeksu DLS, to oznaczałoby to, że w przypadku tego pacjenta oczekiwana byłaby niższa wartość procentowa DLS. Podobne obserwacje braku korelacji między DLS i DI dotyczyły także innych psów w tym samym badaniu, u których stwierdzono $DLS \leq 56\%$, zaś DI wykazywał na zwiększoną luźność biernej stawów. Może to oznaczać, że dotychczas przyjmowana graniczna wartość DI jako 0,3 nie jest miarodajna w określeniu stawów zdrowych, podejrzanych i chorych u wszystkich psów. Innymi słowy DI jest prawdopodobnie różny w różnych rasach, a różnice te prawdopodobnie wynikają z różnej geometrii stawów biodrowych. W tym samym badaniu potwierdzono związek między wartością DLS oraz objawem Ortolanigo. U psów u których DLS był $\geq 50\%$ brak było objawu Ortolanigo.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń zaproponowano następujące



Ryc. 6. Szkielet widoku stawów biodrowych w ujęciu DLS. Dłuższy odcinek łączy boczne doczaszkowe kręwdzie panewek. Krótkie odcinki prostokątne są wyznaczone, tak aby jedna z nich była styczna do najbardziej przyśrodkowej płaszczyzny głowy kości udowej, a druga zaczynała się od bocznej, doczaszkowej kręwdzi panewki. Odległość między nimi oznaczona jako „d” jest mierzona w milimetrach. Indeks DLS jest obliczany poprzez podzielenie „d” i średnicy „θ” tej samej głowy kości udowej przemnożone przez 100%.
 $DLS = d/\theta \times 100\%$

przedziały procentowe wartości DLS: >60% oznacza stawy zdrowe lub stawy, w których z niewielkim prawdopodobieństwem rozwinię się choroba zwyrodnieniowa, <50% oznacza stawy biodrowe z umiarkowanym zagrożeniem wystąpienia choroby zwyrodnieniowej, <40% oznacza wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia choroby zwyrodnieniowej stawów. Przy porównaniu metody OFA oraz DLS stwierdzono, że pomiar wartości DLS umożliwia ocenę stawów biodrowych pod kątem ich dysplazji u psów poniżej 1 roku, natomiast ocena stawów wg OFA na podstawie radiogramu z kończynami miednicznymi wyciągniętymi ku tyłowi prowadzona w wieku 1 roku może prowadzić do fałszywie ujemnych wyników. DLS jest metodą, w której nie dochodzi do skrócenia i skrócenia tkanek miękkich otaczających staw, tak jak ma to miejsce w badaniu według OFA. Jest przez to łatwiej zaobserwować w badaniu rentgenowskim ewentualne nadwężenia. Podobne spostrzeżenie dotyczy porównania oceny wg OFA i DI. Ponadto uważa się, że ocena DLS jest lepsza od OFA i oceny DI, ponieważ wykazano, że iniekcja dostawowa z hialuronianu sodu zwiększa DI, nie mając wpływu na DLS. Stwierdzono także, że operacja TPO (potrójna osteotomia kości miedniczy) może podwoić wartość DLS bez wpływu na DI (13, 14).

Pewnym mankamentem metody DLS jest to, że ułożenie pacjenta do oceny powoduje oddalenie stawów biodrowych od nośnika, czego skutkiem jest powiększenie obrazu. Jest on także mniej szczegółowy niż w innych metodach, w których zwierzę leży w bezpośredniej bliskości kasy radiologicznej (FCI, OFA, DI).

Omówienie

Jak wynika z przeglądu literatury, ocena radiologiczna stawów biodrowych psów na całym świecie jest różnorodna i bazuje na różnych schematach. Do tej pory nie opracowano tzw. złotego standardu badania radiologicznego stawów biodrowych, co oznacza, że brak jest jednej, miarodajnej metody, na podstawie której można byłoby zdecydować, że dany pies jest wolny od dysplazji, a w przyszłości choroby zwyrodnieniowej stawów. W obecnym stanie wiedzy w odniesieniu do psów ze stawami wątpliwymi widocznymi w obrazie radiologicznym można mówić raczej o skłonności, podejrzeniu o dysplazję stawów biodrowych niż o tym, że pies jest chory lub zdrowy. Trudno także jednoznacznie wykluczyć dysplazję stawów biodrowych na podstawie radiogramu wykonanego u psa w wieku 1 roku. Z przeglądu literatury wynika bowiem, że jest konieczność monitorowania stanu stawów biodrowych psów w ich późniejszym rozwoju i kontroli w wieku powyżej 2 lub więcej lat.

Na tę trudność w interpretacji radiogramów wpływa szereg różnych czynników. Jak wspomniano, badania wykonywane są w różnym ułożeniu pacjenta, co uniemożliwia porównanie wyników badań z różnych krajów. Sposób oceny prowadzony jest także w różny sposób – w części krajów oceny dokonuje kilku wytypowanych lekarzy weterynarii, w innych krajach całe zespoły, w innych zaś wyniki przesyłane są do jednego ośrodka. Różny jest wiek psów, w którym wykonywane są badania radiologiczne. Brak jest planowych badań weryfikujących poprzednie rozpoznania. Wiadomo, że część wyników (w badaniach radiologicznych z kończynami miednicznymi wyciągniętymi ku tyłowi) jest fałszywie ujemnych, a część fałszywie dodatnich, ale nie przesledzono w jakim zakresie rozkładają się one w populacji psów hodowlanych i z jak dużym procentem wyników nieprawidłowych mamy do czynienia. Wymagałoby to cyklicznych badań weryfikujących pierwotny opis, wykonywanych w konkretnych odstępach czasowych. Wpływ na wynik badania ma także farmakologiczne uspokojenie zwierzęcia, które nie w każdej metodzie jest wymagane. W badaniu z kończynami miednicznymi wyciągniętymi ku tyłowi brak jest

wyników fałszywie dodatnich ze względu na skrócenie tkanek miękkich stawów, są natomiast wyniki fałszywie ujemne. Podejrzewa się, że na stan kliniczny i radiologiczny stawów biodrowych wpływa nie tylko ich luźność bierna, ale także czynniki anatomiczne warunkujące geometrię stawu biodrowego, która u różnych ras jest odmienna, a nawet w jednej rasie może wykazywać się różnicami osobniczymi. Badania porównawcze różnych ras psów dowiodły konieczności określenia charakterystyki stawów biodrowych dla poszczególnych ras.

Przy braku ujednoczonego dla wszystkich krajów schematu oceny stawów biodrowych nie jest możliwe wyeliminowanie dysplazji stawów biodrowych z populacji psów.

Piśmiennictwo

1. Culp W.N., Kapatkin A.S., Gregor T.P., Powers M. Y., McKelvie P.J., Smith G.K.: Evaluation of the Norberg angle threshold: A comparison of Norberg angle and distraction index as measures of coxofemoral degenerative joint disease susceptibility in seven breeds of dogs. *Vet. Surg.* 2006, **35**, 453–459.
2. Tomlinson L., Johnson J.C.: Quantification of measurement of femoral head coverage and Norberg angle within and among four breeds of dogs. *Am. J. Vet. Res.* 2000, **61**, 1492–1500.
3. Verhoeven G., Fortrie R., Van Ryssen B., Coopmanet F.: Worldwide screening for canine hip dysplasia: Where are we now? *Vet. Surg.* 2012, **41**, 10–19.
4. <http://research.vet.upenn.edu/pennhip/PennHIPMethod/DistractionIndexMeasuringLaxity/tabid/3335/Default.aspx>
5. Flückiger M.A., Friedrich G.A., Binder H.: A radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs. *Vet. Surg.* 1999, **28**, 1–9.
6. Ginja M.M.D., Ferreira A.J.A., Silvestre M., Gonzalo-Orden J.M., Llorens-Pena M.P.: Repeatability and reproducibility of distraction indices in PennHip examinations of the hip joint in dogs. *Acta Vet. Hung.* 2006, **54**, 387–392.
7. <http://research.vet.upenn.edu/OwnerBreederInformation/selectiveBreeding/tabid/3350/Default.aspx>
8. Runge J.J., Kelly S.P., Gregor T.P., Kotwal S., Smith G.K.: Distraction index as a risk factor for osteoarthritis associated with hip dysplasia in four large dog breeds. *J. Small Anim. Pract.* 2010, **51**, 264–269.
9. Gattineau M., Dupuis J., Beauregard G., Charette B., Breton L., Beauchamp G., d'Anjou M.A.: Palpation and dorsal acetabular rim radiographic projection for early detection of canine hip dysplasia: a prospective study. *Vet Surg.* 2012, **41**, 42–53.
10. Adams W.M., Dueland R.T., Daniels R., Fialkowski J.P., Nordheim E.V.: Comparison of two palpation, four radiographic and three ultrasound methods for early detection of mild to moderate canine hip dysplasia. *Vet Radiol Ultrasound* 2000, **41**, 484–490.
11. <http://www.labbies.com/dytp2.htm>
12. Farese J.P., Todhunter R.J., Lust G., Williams A.J., Dykes N.L.: Dorsolateral subluxation of hip joints in dogs measured in a weight-bearing position with radiography and computed tomography. *Vet. Surg.* 1998, **27**, 393–405.
13. Todunter R.J., Bertram J.E., Smith S., Farese J.P., Williams A.J., Manocchia A., Erb H.N., Dykes N.L., Burton-Wurster N.L., Lust G.: Effect of dorsal hip loading, sedation, and general anesthesia on the dorsolateral subluxation score in dogs. *Vet Surg* 2003, **32**, 196–205.
14. Ginja M.M.D., Silvestre A.M., Gonzalo-Orden J.M., Ferreira A.J.: Diagnosis, genetic control and preventive management of canine hip dysplasia: A review. *Vet. J.* 2010, **184**, 269–276.

Dr Beata Degórska,
 e-mail: bzeata_degorska@sggw.pl