

MORFOMETRIA PORÓWNAWCZA SERCA U WYBRANYCH GATUNKÓW SSAKÓW

Karolina Barszcz¹, Michał Skibniewski¹, Marta Kupczyńska¹,
Joanna Klećkowska-Nawrot², Krzysztof Krasucki³,
Katarzyna Olbrych¹

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

² Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

³ Warszawski Uniwersytet Medyczny

Streszczenie. Materiał do badań stanowiły zwłoki dorosłych osobników, obu płci, w różnym wieku. Przebadano serca: 40 kotów domowych krótkowłosych (*Felis silvestris f. catus*), 50 nerek amerykańskich (*Neovison vison*) i 23 nornic rudych (*Myodes glareolus*). Przeprowadzono preparację i morfometrię wyizolowanych serc. Określono: masę ciała zwierzęcia (BW), masę serca (HW), wysokość serca (H) i szerokość serca (W). Uzyskane dane posłużyły do wyliczenia udziału procentowego masy serca w stosunku do masy ciała (I_1). Różnicę pomiędzy populacją samców i samic dla poszczególnych parametrów określano za pomocą testu NIR Fishera (w odniesieniu do kotów oraz nerek), a także za pomocą testu U Manna-Whitneya (w odniesieniu do nornic rudych) przy poziomie istotności $p \leq 0,05$.

U wszystkich osobników wysokość serca była większa od szerokości. Średnia wartość HW wyniosła 19,08 g dla kota domowego krótkowłosego; norki amerykańskiej 13,05 g; nornicy rudej 0,13 g. Natomiast średnia wartość I_1 wyniosła: 0,59% dla kota domowego krótkowłosego; norki amerykańskiej 0,66%; nornicy rudej 0,70%.

Słowa kluczowe: morfometria, serce, względna masa serca

WSTĘP

Publikacje dotyczące morfometrii serca stanowią metodyczną podstawę do określenia licznych parametrów charakteryzujących morfologię tego narządu takich jak: wymiary, masa bezwzględna oraz względna. Znajdują one zastosowanie m.in. w diagnostyce klinicznej i anatomii patologicznej.

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Corresponding author: Karolina Barszcz, Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, karolina.barszcz@onet.eu

Liczne doniesienia z zakresu medycyny człowieka wskazują na bezpośrednie powiązanie morfologii z zaburzeniami w układzie krążenia [Buchanan 2000, Cunha i in. 2002, Nowak i in. 2003, Skwarek i in. 2006, Zipes i in. 2007a,b]. Badania morfometryczne serca prowadzono również u niektórych gatunków zwierząt udomowionych. Należy tu wymienić: psa domowego, kota domowego, konia, bydło domowe, świnię domową i królika [Schubert 1909, Kunze 1932, Sichert 1935, Balmer 1937, Rühl 1971, Barone 1996, Nickel i in. 2005, Onuma i in. 2010].

Obserwacje dotyczące wymiarów serca, jego masy oraz zależności między masą ciała a masą wspomnianego narządu prowadzono także u ssaków dziko żyjących [Węgrzyn i Kupczyńska 1986]. Stanowią one uzupełnienie wiedzy z zakresu anatomii porównawczej.

Na uwagę zasługuje fakt, że wśród zwierząt mięsożernych zagadnienia te zostały szczegółowo opracowane u psa domowego, kota domowego i tchórzofretki. Związane jest to z powszechnie wykorzystywaną w weterynaryjnej diagnostyce kardiologicznej metodą kręgosłupowego pomiaru wielkości serca (vertebral heart scale, VHS) [Litster i Buchanan 2000, Litster i in. 2005, Paragon i Vaissaire 2005, Ghadiri i in. 2008, Nelson i Couto 2008, Sánchez i in. 2012]. Pozwala ona na wykrycie patologii w obrębie serca. Szczególnie istotne znaczenie ma w odniesieniu do zmian jego sylwetki charakteryzujących poszczególne postacie kardiomiopatii.

Celem pracy było przeprowadzenie analizy morfometrycznej serca oraz określenie udziału procentowego masy serca w stosunku do masy ciała u wybranych gatunków ssaków.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na sercach pochodzących od: 40 kotów domowych krótkowłosych (*Felis silvestris f. catus*), 50 nerek amerykańskich (*Neovison vison*) i 23 nornic rudych (*Myodes glareolus*).

Zwłoki kotów domowych krótkowłosych pozyskano z Kliniki Małych Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Do badań wykorzystano zwłoki zwierząt, u których w okresie poprzedzającym zgon nie stwierdzono zaburzeń w czynności układu krążenia. Właściciele wyrazili zgodę na wykorzystanie zwłok do celów naukowych.

Serca nerek amerykańskich pobrano od zwierząt poddanych ubojowi na prywatnych fermach. Zgodnie z obowiązującym prawem w Polsce wykorzystanie tkanek pozyskanych *post mortem* nie wymaga zgody Komisji Etycznej.

Zwłoki nornic rudych pozyskano z Nadleśnictwa Stuposiany, w ramach projektu „Poszukiwanie rezerwuarów prątków gruźlicy wśród ssaków drapieżnych i gryzoni na terenie Bieszczad”. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej nr III (uchwała nr 48/2011 z dnia 26.10.2011).

Masę ciała (BW) określono przy użyciu wagi dla zwierząt MENSOR WM150P1. Masę serca (HW) ustalono po wyizolowaniu ze zwłok z wykorzystaniem wagi laboratoryjnej AXIS AD2000. W kolejnym etapie usuwano część osierdzia oraz pnie naczyńiowe (aortę wstępującą, pień tt. płucnych, żż. płucne, ż. główną doczaszkową, ż. główną doogonową). Następnie serca przepłukiwano ciepłym roztworem fizjologicznym w celu

usunięcia skrzepów krwi. Bezpośrednio po tych czynnościach wykonano pomiary każdego serca przy użyciu mikroskopu operacyjnego ECLERIS (HALOLUX 150) z integralnym torem wizyjnym i oprogramowaniem do analizy metrycznej obrazu (AxioVision Rel. 4.7). Morfometrię przeprowadzono, opierając się na ustalonych stałych punktach odniesień. Określano: wysokość serca (H) reprezentowaną przez maksymalną odległość pomiędzy koniuszkiem i podstawą narządu, szerokość serca (W) jako maksymalną odległość pomiędzy brzegiem komorowym lewym i brzegiem komorowym prawym. Porównanie wspomnianych cech wyrażonych w postaci wartości bezwzględnych nie jest obiektywne. W celu ustalenia ewentualnej zmienności masy serca u samców w porównaniu z samicami wyliczono procentowy udział masy serca w stosunku do masy ciała:

$$I_1 = \frac{HW}{BW} \times 100.$$

Analizę statystyczną danych przeprowadzono przy użyciu pakietu STATISTICA 10™. Wykonano analizę rozkładu zmiennych. W odniesieniu do badanych kotów domowych krótkowłosych i nerek amerykańskich przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy grupami określono z wykorzystaniem testu NIR Fishera przy przyjętym poziomie istotności $p \leq 0,05$. W przypadku nornic rudych zastosowano testy nieparametryczne. Istotność różnic pomiędzy badanymi grupami analizowano przy użyciu testu U Manna-Whitneya.

WYNIKI

Przeprowadzone obserwacje pozwoliły określić wzajemne proporcje w zakresie wymiarów i masy serc badanych gatunków. Uzyskane wyniki przedstawiono w formie tabelarycznej (tab. 1). U wszystkich przebadanych osobników wysokość serca była większa od jego szerokości.

W odniesieniu do kota domowego krótkowłosego średnia masa ciała samców wyniosła 3891,5 g, natomiast samic 2981 g. W badaniu statystycznym stwierdzono obecność istotnych statystycznie różnic ($p \leq 0,05$) pomiędzy samcami i samicami. Średnia masa serca wyniosła odpowiednio 21,62 i 16,54 g. Analiza statystyczna dla tego parametru wykazała również istotne statystycznie różnice ($p \leq 0,05$) między osobnikami obu płci.

W porównaniu średnich wartości indeksu dla samców i samic nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami. Oznacza to, że masa serca zwiększała się proporcjonalnie do masy ciała.

W populacji badanych nerek amerykańskich występował wyraźny dymorfizm płciowy związany z masą ciała oraz masą serca. Wartość pierwszego parametru u samców wynosiła 2860 g, natomiast u samic 1320 g. W odniesieniu do masy serca średnie wartości wynosiły odpowiednio 16,14 oraz 9,95 g. W analizie statystycznej otrzymanych wyników stwierdzono obecność istotnych statystycznie różnic ($p \leq 0,05$) między badanymi grupami w zakresie obu wymienionych parametrów. W porównaniu średnich wartości indeksu dla osobników obu płci nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie.

U nornic rudych średnia masa ciała osobników obu płci przyjmowała zbliżone wartości, które u samców wynosiły 18,9 g, u samic zaś 18,2 g. Średnia masa serca samców to 0,14 g, podczas gdy u samic wartość ta wynosiła 0,11 g. W analizie statystycznej otrzymanych wyników nie stwierdzono istotnych różnic między badanymi grupami.

Tabela 1. Wybrane parametry charakteryzujące serca badanych osobników
Table 1. Chosen parameters of the heart of examined species

Gatunek Species	Płeć Sex	Parameter – Parameter											
		BW [g]			HW [g]			H [mm]			W [mm]		
		x	min.	max.	SD	x	min.	max.	SD	x	min.	max.	SD
Normica ruda Bank vole	♂ n=11	18,90	17,59	19,94	0,67	0,14	0,11	0,17	0,02	7,61	7,01	8,32	0,48
	♀ n=12	18,20	16,51	19,45	0,91	0,11	0,08	0,16	0,03	7,49	6,59	8,15	0,57
Wszystkie osobniki All species		18,52	16,51	19,94	0,87	0,13	0,08	0,17	0,03	7,54	6,59	8,32	0,53
Norka amerykańska American mink	♂ n=25	2860	1320	2950	430,25	16,14	12,08	21,67	2,23	40,76	37,43	45,58	1,83
	♀ n=25	1320	950	1670	317,44	9,95	7,79	12,53	1,31	32,59	28,95	37,22	1,77
Wszystkie osobniki All species		2090	950	2950	521,44	13,05	7,79	21,67	3,61	36,68	28,95	45,58	4,49
Kot domowy krótkowłosey Domestic shorthair cat	♂ n=20	3891,50	2490	7710	1515,55	21,62	12,68	37,73	5,46	42,59	36,41	49,20	3,01
	♀ n=20	2981	2150	4800	670,51	16,54	12,66	21,44	2,93	38,49	34,67	43,39	2,71
Wszystkie osobniki All species		3436	2150	7710	1245,23	19,08	12,56	37,73	5,03	40,54	34,67	49,20	3,51
										31,52	25,35	41,16	3,02
													0,59

DYSKUSJA

Tak jak już wspomniano, w dostępnym piśmiennictwie znajdują się liczne doniesienia dotyczące morfometrii serca człowieka. Szczegółowe badania morfometryczne serca prowadzono również u niektórych gatunków zwierząt. Obiektem badań najczęściej były różne gatunki ptaków, wśród których należy wymienić: pingwinka małego (*Eudyptula minor*), papużkę falistą (*Melopsittacus undulatus*), szkarłatkę królewską (*Alisterus s. scapularis*), myszołowa zwyczajnego (*Buteo buteo*), strusia afrykańskiego (*Struthio camelus*), krzyżówkę (*Anas platyrhynchos*, L. 1758) oraz kaczkę domową (*Anas platyrhynchos f. domestica*). Według autorów cytowanych publikacji względna masa serca wyniosła: u pingwinka małego 0,85%; papużki falistej 1,45%; szkarłatki królewskiej 1,36%; myszołowa zwyczajnego 0,73%; strusia afrykańskiego 0,99%; krzyżówki 1,1%, kaczki domowej 0,76% [Drabek 1997, Straub i in. 2002, Charuta i in. 2005, 2006].

Badania przeprowadzone na sercach strusia wykazały, że zarówno bezwzględna, jak i względna masa serca były większe u samic (1152 g; 1,06%) niż u samców (1065 g; 0,92%) [Charuta i in. 2006]. Podobne obserwacje dotyczyły ptaków z rodziny blaskodziobych. Badania wykonane u kaczki czernicy (*Nyroca Fuligula*) wykazały, że bezwzględna masa serca jest większa u samic (10,18 g) niż u samców (8,78 g). Natomiast u kaczki krzyżówki względna masa serca samców (0,75%) miała wyższe wartości niż u samic (0,68%). Przytoczone wyniki pozwalają na stwierdzenie, że cytowani autorzy nie są zgodni co do tego, że względna masa serca zależy od płci.

Doniesienia dotyczące badań morfometrycznych serca ssaków występują stosunkowo rzadko. Analizę tego zagadnienia zajmowano się w odniesieniu do konia [Sisson 1953]. W cytowanej pozycji podano, że średnia masa serca u tego gatunku wynosi 4 kg i stanowi 0,7% masy ciała. Omówiono także różnice osobnicze związane z użytkowaniem oraz kondycją poszczególnych zwierząt. Stwierdzono, że u koni sportowych serce jest większe i zarazem cięższe. Proporcja masy serca do masy ciała zmienia się także w odniesieniu do kondycji konia. W przypadku osobników o dużej masie ciała odsetek ten wynosił 0,4% natomiast u lżejszych ok. 1% [Sisson 1953]. Podobne badania przeprowadzone na sercach żubrów (*Bison bonasus*) wykazały, że stosunek masy serca do masy ciała u dorosłych osobników osiąga 0,5%. Autorzy ocenili również zmiany tego parametru w rozwoju postnatalnym. Stwierdzili bowiem, że w pierwszych miesiącach życia żubra omawiana wartość zawiera się w granicach 0,7–0,8%. Oznacza to, że względna masa serca maleje wraz z wiekiem zwierzęcia [Węgrzyn i Kupczyńska 1986]. Obiektem badań był także pies (*Canis lupus f. familiaris*) [Nickel i in. 2005]. W cytowanej pozycji podano informacje dotyczące względnej masy serca u kilkunastu ras: dog niemiecki 0,71%, bernardyn 0,65%, wyżły 0,78%, owczarek niemiecki 0,75%, doberman 0,73%, airedale terier 0,76%, sznaucek 0,71%, szpic 0,76%, jamnik 0,73%, pinczer 0,70% oraz foksterier 0,73%. Na podstawie przytoczonych danych można wyciągnąć następujące wnioski. Pierwszy z nich wskazuje, że względna masa serca psa domowego jako gatunku mieści się w granicach 0,64–0,78%. Drugi, że względna masa serca pozostaje wartością niemal stałą, zbliżoną do 0,73% masy ciała, bez względu na rasę psa.

Wartości uzyskane w badaniach własnych są zbliżone do odnotowanych przez wymienionych wyżej autorów zajmujących się morfometrią serca ssaków. W odniesieniu do ptaków o niewielkich rozmiarach ciała są to wartości zdecydowanie mniejsze. Różnica ta wynika prawdopodobnie z adaptacji do lotu, który jest procesem wymagają-

cym znacznego nakładu energetycznego. Względna masa serca obserwowana w badaniach własnych zawierała się w granicach od 0,56 do 0,74% masy ciała. Dane te wskazują, że w odniesieniu do kręgowców reprezentujących gromadę ssaków względna masa serca przyjmuje wartości zbliżone, niezależnie od rozmiarów ciała danego osobnika. Wartości niemieszczące się w proponowanym przedziale mogą sugerować obecność zmian patologicznych w sercu.

WNIOSKI

1. Porównując średnie wartości I_1 u poszczególnych gatunków nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy populacją samców i samic. Oznacza to, że masa serca u obu płci zwiększa się proporcjonalnie do masy ciała.

2. Określenie względnej masy serca u zwierząt domowych i dzikich ma istotne znaczenie w ocenie *post mortem*. Wartości niemieszczące się w proponowanym przedziale mogą sugerować obecność zmian patologicznych w sercu.

PIŚMIENNICTWO

- Balmer J., 1937. Über Herzgewichte gesunder und nierenkranker Hunde. Diss. med. vet. Bern.
- Barone R., 1996. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Angiologie. Éditions Vigot, Paris.
- Buchanan J.W., 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract., 30, 379–393.
- Charuta A., Mańkowska-Pliszka H., Bartyzel B.J., Wysocki J., 2005. Size of heart of the domestic Pekin duck (*Anas platyrhynchos f. domestica*) and wild duck (*Anas platyrhynchos*, L. 1758). Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria, 4, (2), 11–19.
- Charuta A., Bartyzel B., Kwiecińska M., Mańkowska-Pliszka H., 2006. Analiza morfologii i wybranych parametrów wielkościowych serca strusia z uwzględnieniem dymorfizmu płciowego. Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria, 5, (2), 3–17.
- Cunha D.F., da Cunha S.F.C., dos Reis M.A., Teixeira V.P.A., 2002. Heart weight and heart weight/body weight coefficient in malnourished adults. Arq Bras Cardiol, 78, 382–387.
- Drabek C.M., 1997. Heart and ventricle weights of the Little Penguin (*Eudyptula minor*). EMU, 97, 258–260.
- Ghadiri A., Avizeh R., Rasekh A., Yadegari A., 2008. Radiographic measurement of vertebral heart size in healthy stray cats. J Feline Med Surg, 10, 61–65.
- Kunze G., 1932. Messungen am Hundeherzen. Diss. med. vet. Gießen.
- Litster A., Atkins C., Atwell R., Buchanan J., 2005. Radiographic cardiac size in cats and dogs with heartworm disease compared with reference values using the vertebral scale method: 53 cases. J. Vet. Cardiol., 7, 33–40.
- Litster A.L., Buchanan J.W., 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. J. Am. Med. Assoc., 216, 210–214.
- Nelson R.W., Couto C.G., 2008. Choroby wewnętrzne małych zwierząt. Tom 1. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- Nickel R., Schummer A., Seiferle E., 2005. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band III. Verlag Paul Parey, Berlin, Germany, 45–53.
- Nowak D., Bożilow W., Walek S., 2003. Correlation of heart external dimensions with body external dimensions of human foetuses. Folia Morphol, 62, 47–49.

- Onuma M., Ono S., Ishida T., Shibuya H., Sato T., 2010. Radiographic measurement of cardiac size in 27 rabbits. *J. Vet. Med. Sci.*, 72, 529–531.
- Paragon B.M., Vaissaire J.P., 2005. *The Royal Canine Cat Encyclopedia*. Aniwa SA, Paris.
- Rühl, B., 1971. Gewichte, Faserdicken und Kernzahlen des Herzmuskels und deren Beziehungen zu Körpergewicht und Skelettmuskelmasse bei 205 Tage alten, 5 Rassen zugehörigen Schweinen. *Zbl. Vet. med. A*, 18, 151–173.
- Sánchez X., Prandi D., Badiella L., Vázquez A., Llabrés-Díaz, Bussadori C., Doménech O., 2012. A new method of computing the vertebral heart scale by means of direct standardisation. *JSAP*, 53, 641–645.
- Schubert F., 1909. Beiträge zu Anatomie des Herzens der Haussäugetiere. *Diss. Med. vet.* Leipzig
- Sisson S., 1953. *The anatomy of the domestic animals*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Sichert E., 1935. Zur vergleichenden Anatomie des Herzens der Katze (*Felis domestica* Briss.) *Diss. med. vet.* Budapest.
- Skwarek M., Grzybiak M., Kosiński A., Hreczecha J., 2006. Basic axes of human heart in correlation with heart mass and right ventricular wall thickness. *Folia Morphol.*, 65, 385–389.
- Straub J., Valerius K.P., Pees M., Krautwald-Junghanns M.E., 2002. Morphometry of the heart of budgerigars (*Melopsittacus undulates*), Alisterus parrots (*Alisterus s. scapularis*) and common buzzards (*Buteo buteo*). *Res. Vet. Sci.*, 72, 147–151.
- Węgrzyn M., Kupczyńska M., 1986. Shape, size and weight of the heart in European bison. *Acta Theriol.*, 31, 327–342.
- Zipes D.P., Libby P., Bonow R.O., Braunwald E., 2007a. *Braunwald. Choroby serca. Tom 1*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- Zipes D.P., Libby P., Bonow R.O., Braunwald E., 2007b. *Braunwald. Choroby serca. Tom 2*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.

MORPHOMETRY OF THE HEART OF CHOSEN SPECIES

Abstract. The study was performed on corpses of adult: 40 domestic shorthair cats (*Felis silvestris f. catus*), 50 American minks (*Neovison vison*) and 23 bank voles (*Myodes glareolus*) of both sexes and different age. The study material underwent an anatomical preparation and morphometric analysis of the hearts was performed. None of the hearts carried signs of macroscopic abnormalities or pathological changes. The following elements were determined: the body weight (BW), the heart weight (HW), the heart height (H) and the heart width (W). The data thus obtained were used to determine the percentage of the HW compared to the BW. The difference between the population of males and females for each of the parameters was determined by the Fisher's LSD test (for cats and minks) and the U-Mann-Whitney test (for bank voles) and the significance level was $P \leq 0.05$.

In the studied material the W of all specimens was greater than the H. The average HW amounted to: 19.08 g in domestic shorthair cat; 13.05 g in American mink; 0.13 g in bank vole. The average I_1 amounted to: 0.59% in domestic shorthair cat; 0.66% in American mink; 0.70% in bank vole.

Key words: morphometry, heart, relative heart weight

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.10.2012

For citation – Do cytowania: Barszcz K., Skibniewski M., Kupczyńska M., Klećkowska-Nawrot J., Krasucki K., Olbrych K., 2012. Morfometria porównawcza serca u wybranych gatunków ssaków. *Acta Sci. Pol. Med. Vet.* 11 (3), 25–32.