

Wybrane zagadnienia z morfologii serca żubra europejskiego (*Bison bonasus*)

Karolina Barszcz¹, Katarzyna Olbrych¹, Marta Kupczyńska¹,
Michał Krzysiak²

¹ Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, SGGW Warszawa

² Białowiecki Park Narodowy, Białowieża

Selected aspects of the morphology of the heart of the European bison (*Bison bonasus*)

Abstract: The available literature provides no descriptions of the morphology of the heart of the European bison (*Bison bonasus*). These issues were however widely studied for other species of domestic and wild mammals, including seal, white rhinoceros, swine, horse or dog. The study was conducted on 10 corpses of adult European bison of both sexes (5 ♂, 5 ♀), of the average body weight of 434 kg, between 5 to 20 years old. There were no pathological changes in the thoracic cavity among all animals used in the study. Observations were performed with the use of GLOBAL (MW 725F-I) surgical microscope. The aim of the study was to provide the external and internal description of the morphology of the heart of the European bison. Our initial observations provide supplementary material for comparative anatomy of large mammals.

Key words: heart, European bison, morphology

Wstęp

W dostępnych publikacjach zamieszczane są opisy i ryciny odnoszące się do budowy serca kręgowców reprezentujących różne gromady. Obiektem badań były zwierzęta udomowione, jak również dziko żyjące. Spośród ssaków należy tu wymienić m.in.: psa (*Canis lupus f. familiaris*), kota (*Felis silvestris f. catus*), nosorożca białego (*Ceratotherium simum*), fokę obrączkowaną (*Phoca hispida*), kotika południowoamerykańskiego (*Arctocephalus australis*), ponocnicę (*Aotus sp.*) (Pérez i in. 2008; Smodlaka i in. 2008; Rajendra i in. 2010; Barszcz i in. 2012; 2013; 2014; Erdoğan i in. 2014). Nieliczne prace odnoszą się także do gromady ptaków – kury domowej (*Gallus gallus domesticus*), gadów – pytona królewskiego (*Python regius*), grzechotnika straszliwego (*Crotalus durissus*), płazów – ropuchy olbrzymiej (*Rhinella marina*), ambystomy tygryskiej (*Ambystoma tigrinum*) oraz ryb – karasia chińskiego (*Carassius auratus*), miętusa pospolitego (*Lota lota*) (Titu, Vornanen 2002; Bartyzel i in. 2009; Jensen i in. 2010a; 2010b; Garofalo i in. 2012; Kluthe, Hillman 2013).

Z oczywistych powodów najwięcej doniesień dotyczy szczegółowego opisu budowy serca u ludzi (Anderson i in. 2004; Misfeld, Sievers 2007). Wśród nich znajdują się również publikacje porównujące budowę serca świni i człowieka, wykazujące duże podobieństwa (Crick i in. 1998; Sahni i in. 2008). Przesłankami tak dokładnych opisów serca u ludzi, obok aspektów poznawczych, są przede wszystkim choroby serca. Informacje odnoszące się do zwierząt pojawiają się również w tych publikacjach, gdzie traktowane są one jako model doświadczalny (Charles i in. 2000; Chimenti i in. 2004; Lukács i in. 2012).

Badania morfometryczne wybranych parametrów serca żubra przeprowadzili Węgrzyn i Kupczyńska (1986). Wspomniana publikacja nie zawiera jednak opisów makroskopowych struktur serca. Celem pracy było przedstawienie opisu morfologicznego serca żubra europejskiego.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 10 dorosłych żubrach obu płci (5 ♂, 5 ♀), o średniej masie ciała 434 kg, wieku od 5 do 20 lat. Osobniki wyeliminowano z populacji bytującej na terenie Puszczy Białowieckiej na podstawie zezwoleń Ministra Środowiska oraz Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska. Badania wykonano w ramach projektu „Morfologia serca żubra”.

W badaniach uwzględniono tylko te osobniki, u których nie stwierdzono żadnych zmian anatomopatologicznych. Przyjęto, że widoczny obraz odpowiadał prawidłowym stosunkom morfologicznym. Obserwacje morfologiczne wykonano przy użyciu mikroskopu operacyjnego GLOBAL (MW 725F-I) z integralnym torem wizyjnym.

Wszystkie użyte miana morfologiczne stosowano zgodnie z zalecanym Anatomicznym Mianownictwem Weterynaryjnym (Milart 2002; NAV 2012).

Wyniki i omówienie

Serce (*cor, cardia, kardia*) żubra wraz z osierdziem (*pericardium*) leży na terenie jamy klatki piersiowej (*cavum thoracis*), w śródpiersiu dobrzusznym środkowym (*mediastinum ventrale medium*). Część opłucnej śródpiersiowej (*pleura mediastinalis*) tworzącej śródpiersie otacza serce wraz z osierdziem i otrzymuje nazwę opłucnej osierdziowej (*pleura pericardiaca*). Powieź wewnątrzpiersiowa (*fascia endothoracica*) wyścielająca ścianę klatki piersiowej ciągnie się również w kierunku serca. Na wysokości serca tworzy osierdzie włókniste (*pericardium fibrosum*). Tuż przy przeponie (*diaphragma*), wzdłuż przejścia powięzi wewnątrzpiersiowej i opłucnej śródpiersiowej w stronę serca, kształtuje się charakterystyczna parzysta struktura – więzadło mostkowo-osierdziowe (*ligamentum sternopericardiacum*). Serce otacza ponadto błona surowicza określana jako osierdzie surowicze (*pericardium serosum*). Wyróżnia się w nim

dwie blaszki. Przylegająca do osierdzia włóknistego to blaszka ścienna osierdzia surowiczego (*lamina parietalis pericardii*). W sąsiedztwie dużych pni naczyńowych związanych topograficznie z podstawą serca zawija się ona bezpośrednio na mięsień sercowy (*myocardium*), tworząc blaszkę trzewną osierdzia surowiczego (*lamina visceralis pericardii*). Struktura ta jest określana również mianem nasierdzia (*epicardium*). Pomiedzy blaszką ścienną i trzewną (nasierdziem) znajduje się jama osierdzia (*cavum pericardii*) zawierająca niewielką ilość płynu osierdziowego (*liquor pericardii*). Opłucna osierdziowa, osierdzie włókniste oraz blaszka ścienna osierdzia surowiczego na całym obszarze ściśle do siebie przylegają, tworząc jednolitą strukturę. Stąd też, z morfologicznego punktu widzenia, bywają określane jednym wspólnym mianem – worek osierdziowy (*saccus pericardiacus*). Ściana serca jest zbudowana z wspomnianego już nasierdzia i mięśnia sercowego oraz następnej warstwy błony surowiczej, jaką jest wsierdzie (*endocardium*) (Krysiak, Świeżyński 2001).

Zarówno z prawej, jak i lewej strony serce przykrywają płuca (*pulmones*). U omawianego gatunku płuco lewe (*pulmo sinister*) jest podzielone na płat doczaszkowy (*lobus cranialis pulmonis sinistri*) oraz płat doogonowy (*lobus caudalis pulmonis sinistri*). Pierwszy z nich dzieli się wtórnie na dwie części, wyraźnie odseparowane dobrze wyrażonym wcięciem sercowym płuca lewego (*incisura cardiaca pulmonis sinistri*). Wyróżnia się część doczaszkową płata doczaszkowego płuca lewego (*pars cranialis lobi cranialis pulmonis sinistri*) oraz część doogonową płata doczaszkowego płuca lewego (*pars caudalis lobi cranialis pulmonis sinistri*). Płuco prawe (*pulmo dexter*) jest bardziej rozbudowane. Opisuje się w nim płat doczaszkowy płuca prawego (*lobus cranialis pulmonis dextri*), płat środkowy płuca prawego (*lobus medius pulmonis dextri*), płat doogonowy płuca prawego (*lobus caudali pulmonis dextri*) oraz płat dodatkowy płuca prawego (*lobus accessorius pulmonis dextri*). Wyróżnia się część doczaszkową płata doczaszkowego płuca prawego (*pars cranialis lobi cranialis pulmonis dextri*) oraz część doogonową płata doczaszkowego płuca prawego (*pars caudalis lobi cranialis pulmonis dextri*) rozdzielone wcięciem sercowym płuca prawego (*incisura cardiaca pulmoni dextri*).

W badanej próbie średnia bezwzględna masa serca wynosiła 2,26 (\pm 0,49) kg, a względna masa serca 0,52% (\pm 0,03). Uzyskane wyniki są zbliżone do otrzymanych przez Węgrzyna i Kupczyńską (1986). Wspomniani autorzy wykazali, że stosunek masy serca do masy ciała u dorosłych osobników osiągał 0,5%. Ponadto ocenili również zmiany tego parametru w rozwoju postnatalnym. Podali bowiem, że w pierwszych miesiącach życia żubra omawiana wartość zawiera się w granicach 0,7–0,8%, co oznacza, że względna masa serca maleje wraz z wiekiem zwierzęcia (Węgrzyn, Kupczyńska 1986). Doniesienia dotyczące badań morfometrycznych serca ssaków występują stosunkowo rzadko. Analizą tego zagadnienia w odniesieniu do konia zajmował się Sisson (1953), który podał, że średnia masa serca u tego gatunku wynosi 4 kg i stanowi 0,7% masy ciała. Omówił on także różnice osobnicze związane z użytkowaniem oraz kondycją poszczególnych zwierząt. Stwierdził, że u koni sportowych

serce jest większe i cięższe. Proporcja masy serca do masy ciała zmienia się zależnie od kondycji konia. W przypadku osobników o dużej masie ciała odsetek ten wynosił 0,4% natomiast u lżejszych około 1% (Sisson 1953).

Kształt serca dorosłych żubrów przyrównuje się do nieprawidłowego stożka, zwróconego wierzchołkiem ku dołowi. Węgrzyn i Kupczyńska (1986) wyróżnili dwa typy morfologiczne występujące u tego gatunku. Typ I charakteryzowała szeroka podstawa, silne spłaszczenie boczne i wysokie ustawienie stożka tętniczego. Do typu II zakwalifikowano serca wąskie w podstawie, mniej spłaszczone bocznie, ze słabiej wykształconą komorą prawą i niskim stożkiem tętniczym.

Podstawa serca (*basis cordis*) układa się dogrzbietowo i doczaszkowo. W tym miejscu zlokalizowane są wszystkie naczynia krwionośne wchodzące bądź wychodzące z serca. Natomiast koniuszek serca (*apex cordis*) układa się doogonowo i do brzusznie oraz zmierza w stronę przepony. U żubra jego stabilność zapewniają wspomniane więzadła mostkowo-osierdziowe. Serce wykazuje spłaszczenie boczne, stąd też wyróżnia się w nim dwie powierzchnie; lewą skierowaną do ściany klatki piersiowej – powierzchnię uszkową (*facies auricularis*), oraz przeciwną, prawą – powierzchnię przedsionkową (*facies atrialis*). Oddzielone są one układającym się doczaszkowo brzegiem komorowym prawym (*margo ventricularis dexter*) oraz usytuowanym doogonowo brzegiem komorowym lewym (*margo ventricularis sinister*).

Na powierzchni uszkowej leży bruzda międzykomorowa przystożkowa (*sulcus interventricularis paraconalis*). Na końcu swojego przebiegu tworzy, często bardzo wyraźnie ukształtowane, wcięcie koniuszka serca (*incisura apicis cordis*). W omawianej bruzdzie przebiega gałąź międzykomorowa przystożkowa tętnicy wieńcowej lewej oraz gałąź międzykomorowa żyły wielkiej serca. Natomiast na powierzchni przedsionkowej widnieje bruzda międzykomorowa podzatokowa (*sulcus interventricularis subsinuusos*), w której układa się gałąź międzykomorowa podzatokowa (odchodząca od tętnicy wieńcowej lewej lub prawej) oraz żyła średnia serca. Wymienione bruzdy odpowiadają położeniu przegrody międzykomorowej (*septum interventriculare*). W obrębie brzegu komorowego lewego jest zlokalizowana trzecia bruzda o przebiegu podłużnym, nazywana pośrodkową (*sulcus intermedius*). We wspomnianych bruzdach u omawianego gatunku występuje gruba warstwa tkanki tłuszczowej.

Wnętrze serca jest podzielone na cztery jamy: przedsionek prawy (*atrium dextrum*), przedsionek lewy (*atrium sinisterum*), komorę prawą (*ventriculus dexter*) oraz komorę lewą (*ventriculus sinister*). Umowną, zewnętrzną granicę pomiędzy przedsionkami a komorami wyznacza, bruzda wieńcowa (*sulcus coronarius*) biegnąca okólnie poniżej podstawy serca. Na terenie bruzdy znajduje się gruba warstwa tkanki tłuszczowej. Układają się w niej gałęzie okalające wywodzące się z tętnicy wieńcowej lewej i prawej oraz żyły wielkiej serca. Ściany przedsionków tworzą wyraźne uwypuklenia określane jako uszka serca. Według oficjalnego mianownictwa anatomicznego do każdej z tych struktur powinno być stosowane miano skrócone: uszko prawe oraz uszko lewe (*auricula dextra, auricula sinistra*) (NAV 2012). Na terenie obu uszek

znajdują się dobrze wyrażone mięśnie grzebieniaste (*mm. pectinati*). Do przedsionka prawego uchodzi żyła główna doogonowa (*v. cava caudalis*) i żyła główna doczaszkowa (*v. cava cranialis*). Pomiedzy nimi na wewnętrznej ścianie serca występuje guzek międzyżylny (*tuberculum intervenosum*), dzięki któremu strumienie krwi są kierowane do ujścia przedsionkowo-komorowego prawego (*ostium atrioventriculare dextrum*). We wnętrzu komory prawej znajdują się trzy mięśnie brodawkowate (*mm. papillares*). Pierwszy jest utworzony przez liczne mięśnie brodawkowate małe (*mm. papillares parvi*) znajdujące się na przegrodzie międzykomorowej. Mięsień brodawkowaty podtętniczny (*m. papillaris subarterisus*) jest zlokalizowany na przegrodzie międzykomorowej poniżej ujścia pnia płucnego. Największy z wymienionych – mięsień brodawkowaty wielki (*m. papillaris magnus*) znajduje się na wolnej ścianie komory prawej.

W ujściu przedsionkowo-komorowym prawym znajduje się zastawka przedsionkowo-komorowa prawa zwana trójdzielną (*valva atrioventricularis dextra s. valva tricuspidalis*). Zbudowana jest ona z trzech płatków zastawkowych, z których płatki kątowy (*cuspis angularis*) i ścienny (*cuspis parietalis*) odchodzą od ściany serca, a trzeci płatek przegrodowy (*cuspis septalis*) od strony przegrody. Wspomniane płatki łączą się z mięśniami brodawkowatymi poprzez struny ścięgnowe (*chordae tendineae*).

Fragment komory prawej prowadzący do pnia płucnego to stożek tętniczy (*conus arteriosus*). W ujściu pnia płucnego (*ostium trunci pulmonalis*) znajduje się zastawka typu półksiężycowatego. Tworzą ją trzy płatki: płatek półksiężycowaty lewy (*valvula semilunaris sinistra*), płatek półksiężycowaty pośredni (*valvula semilunaris intermedia*), płatek półksiężycowaty prawy (*valvula semilunaris dextra*). Do przedsionka lewego uchodzą żyły płucne, których liczba jest osobniczo zmienna.

Ściana komory lewej jest zdecydowanie grubsza od ściany komory prawej, co jest związane z tłoczeniem krwi tętniczej pod wysokim ciśnieniem do aorty.

W ujściu przedsionkowo-komorowym lewym (*ostium atrioventriculare sinistrum*) znajduje się zastawka przedsionkowo-komorowa lewa zwana także dwudzielną bądź mitralną (*valva atrioventricularis sinistra s. valva bicuspidalis s. valva mitralis*). Wyróżnia się w niej płatki przegrodowy i ścienny, które poprzez struny ścięgnowe łączą się z mięśniami brodawkowatymi. Należy tu wymienić leżący na wolnej ścianie komory lewej mięsień brodawkowaty poduszkowy (*m. papillaris subauricularis*) i mięsień brodawkowaty podprzedsionkowy (*m. papillaris subatrialis*) zlokalizowany na przegrodzie międzykomorowej.

Zastawka aorty jest zbudowana z trzech płatków półksiężycowatych: prawego, przegrodowego oraz lewego (*valvula semilunaris dextra, septalis et sinistra*). Każdy z nich, o gładkich obustronnie powierzchniach, wypukłością jest zwrócony w kierunku komory, a częścią wklęsłą do światła aorty. Charakterystyczny kształt powoduje, że pomiędzy płatkami a ścianą aorty tworzą się wyraźne zagłębienia – zatoki aorty (*sinus aortae*). W obszarze odpowiednich zatok są położone ujścia tętnic wieńcowych.

Podsumowanie

W dostępnej literaturze niemal nie ma pozycji odnoszących się do opisów makroskopowych i patologicznych serca u żubra.

Poczynione obserwacje morfologiczne są uzupełnieniem w zakresie anatomii porównawczej i powinny umożliwić klinicyście podjęcie właściwego postępowania w diagnostyce oraz terapii patologii serca.

Piśmiennictwo:

- Anderson R.H., Razavi R., Taylor A.M., 2004. Cardiac anatomy revisited. *J. Anat.*, 205: 159–177.
- 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.
- Barszcz K., Kupczyńska M., Wąsowicz M., Czubaj N., Sokołowski W., 2013. Odmiany unaczynienia tętniczego serca psa (*Canis lupus f. familiaris*). *Med. Weter.* 69, 9: 531–534.
- Barszcz K., Kupczyńska M., Dzierżęcka M., Czubaj N., Sokołowski W., 2014. Topografia serca kota domowego krótkowłosego w aspekcie klinicznym. *Med. Weter.* 70, 4: 228–231.
- Bartyzel B.J., Charuta A., Barszcz K., Koleśnik A., Kobryń H., 2009. Morphology of the aortic valve of *Gallus gallus f. domestica*. *Bull Vet Inst Pulawy*, 53: 147–151.
- Charles C.J., Elliott J.M., Nicholls M.G., Rademaker M.T., Richards M., 2000. Myocardial infarction with and without reperfusion in sheep: early cardiac and neurohumoral changes. *Clin Sci.* 98: 703–711.
- Chimenti S., Carlo E., Masson S., Bai A., Latini R., 2004. Myocardial infarction: animal models. *Methods Mol Med.*, 98: 217–226.
- Crick S.J., Sheppard M.N., Ho S.Y., Gebstein L., Anderson R.H., 1998. Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. *J. Anat.* 193: 105–119.
- Erdoğan S., Lima M., Pérez W., 2014. Inner ventricular structures and valves of the heart in white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *Anat Sci Int.* 89, 1: 46–52.
- Garofalo F., Imbrogno S., Tota B., Amelio D., 2012. Morpho-functional characterization of the goldfish (*Carassius auratus* L.) heart. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 163: 215–222.
- Jensen B., Abe A.S., Andrade D.V., Nyengaard J.R., Wang T., 2010a. The heart of the South American rattlesnake, *Crotalus durissus*. *J Morphol* 271: 1066–1077.
- Jensen B., Nyengaard J.R., Pedersen M., Wang T., 2010b. Anatomy of the python heart. *Anat Sci Int.* 85: 194–203.
- Kluthe G.J., Hillman S.S., 2013. Cardiac performance correlates of relative heart ventricle mass in amphibians. *J Comp Physiol B* 183: 801–809.
- Krysiak K., Świeżyński K., 2001. Anatomia zwierząt. Tom 2. PWN, Warszawa.
- Lukács E., Magyari B., Tóth L., Petrás Z., Repa I., Koller A., Horváth I., 2012. Overview of large animal myocardial infarction models (review). *Acta Physiol Hung.* 99: 365–381.
- Milart Z., 2002. Anatomiczne mianownictwo weterynaryjne. PWRiL, Warszawa.

- Misfeld M., Sievers H-H., 2007. Heart valve macro- and microstructure. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 362: 1421–1436.
- Nomina Anatomica Veterinaria. 2012. World Association of Veterinary Anatomist, Gent.
- Pérez W., Katz H., Lima M., 2008. Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). *Anat Sci Int.* 83: 6–10.
- Rajendra R.S., Brady A.G., Parks V.L., Massey C.V., Gibson S.V., Abee C.R., 2010. The normal and abnormal owl monkey (*Aotus* sp.) heart: looking at cardiomyopathy changes with echocardiography and electrocardiography. *J Med Primatol.* 39: 143–150.
- Sahni D., Kaur G.D., Jit H., Jit I., 2008. Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. *Indian J Med Res.* 127: 564–570.
- Sisson S., 1953. The anatomy of the domestic animals. W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 629–641.
- Smoldaka H., Henry R.W., Schumacher J., Reed R.B., 2008. Macroscopic anatomy of the heart of the ringed seal (*Phoca hispida*). *Anat. Histol. Embryol.* 37, 1: 30–35.
- Titu V., Vornanen M., 2002. Morphology and fine structure of the heart of the burbot, a cold stenothermal fish. *Journal of Fish Biology* 61: 106–121.
- Węgrzyn M., Kupczyńska M., 1986. Shape, size and weight of the heart in European bison. *Acta Theriol.* 31, 25: 327–342.