

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



Komparativní veterinární anatomie srdce

Bakalářská práce

Autor práce: Veronika Hoskovcová

Vedoucí práce: Ing. Jan Navrátil, CSc.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Komparativní veterinární anatomie srdce" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Petru Makovickému, Ph.D. za pomoc při pitvě srdce a následné úpravě fotografií a také vedoucímu Ing. Janu Navrátilovi, CSc. za poskytnutí materiálů.

Komparativní veterinární anatomie srdce

Souhrn

Srdce je svalový dutý orgán vmezeřený do průběhu cévní soustavy. Je uloženo v hrudní dutině v osrdečníku skoro symetricky většinou od třetího do pátého nebo šestého žebra. Svými pravidelnými kontrakcemi zajišťuje proudění krve skrze cévy po celém těle. Skládá se ze dvou komor a dvou předsíní, které jsou od sebe odděleny pomocí přepážek. Mezi komorami a předsíněmi leží chlopně, na levé straně dvojčípá, napravo trojčípá. Na povrchu je viditelná mezikomorová a věnčitá brázda oddělující srdeční bázi od hrotu.

Pravá předsíň má tenkou stěnu a vytváří ouško, krev je sem přiváděna přední a zadní dutou žilou a věnčitým splavem. Pod ní leží pravá komora, ze které se krev dostává do plicního kmene opatřeného poloměsíčitými chlopněmi. Do levé předsíně vstupuje různý počet plicních žil a stejně jako na pravé straně je i zde vytvořeno ouško. Srdeční hrot tvoří pravá komora, její stěna je přibližně o 2/3 tenčí než u levé komory. Z levé komory je krev vháněna do aorty, kterou také uzavírají poloměsíčité chlopně.

Vnější vrstvu stěny srdce tvoří epikard, který volně přechází v osrdečník. Největší část srdeční stěny zaujímá myokard. Jedná se o svalovinu s převodním systémem srdečním, ten zajišťuje motorickou činnost srdce. Vnitřek srdce pokrývá endokard.

Srdce se samo zásobuje krví prostřednictvím pravé a levé koronární tepny vystupující z aorty. Podle toho, které části srdce zásobují, rozlišujeme pravostranný, levostranný a vyvážený typ koronárního zásobení. V srdci je i oporný systém, který tvoří prstence vyztužující jeho otvory a vazivová místa ve tvaru trojúhelníku.

Ve své práci popisuji srdce prasete, koně, skotu a psa a kočky. Samotnou pitvu jsem provedla na hovézím a věpřovém srdci. U všech zvířat má srdce stejnou funkci, ale liší se v umístění, orientaci, velikosti a anatomii. Rozdíly jsou patrné už ve fixaci osrdečníku, kdy je vytvořeno několik typů vazů upínajících se na rozdílné struktury hrudní dutiny. Dále do levé předsíně vstupuje rozdílný počet plicních žil. Trojčípá chlopně mezi pravou předsíní a komorou má variabilní počet cípů. *Musculus biceps brachii* omezuje přístup k srdeční krajně v různé míře, což ovlivňuje její přístupnost při chirurgických zákrocích. U některých druhů zvířat dochází i k osifikaci vazivových komponentů srdečního skeletu.

Klíčová slova: anatomie, srdce, oběhový systém

Comparative veterinary anatomy of the heart

Summary

The heart is a muscular hollow organ located in the compartment of the vascular system. It is placed in the chest cavity in the pericardium almost symmetrically usually from third to fifth or sixth rib. With regular contractions ensures the blood flow through the blood vessels throughout the body. It consists of two atria and two ventricles, which are separated by septum. Between the atria and the ventricles are situated valves, bicuspid valve on the left side, tricuspid valve on the right side. On the surface is visible interventricular groove and coronary groove separating the base of the heart from the apex.

The right atrium has a thin wall and creates an auricle, blood is received via the caudal and the cranial vena cava and coronary sinus. Right ventricle lies below it, blood flow in the pulmonary trunk fitted semilunar valves. Into the left atrium enters different number of pulmonary veins, there is also created an auricle as on the right side. The apex is formed by the right ventricle its wall is about $2/3$ thinner than the left ventricle. Blood flows to the aorta.

The outer layer of heart wall forms the epicardium that merges into the pericardium. The largest part occupies the myocardium. This muscle contains the conduction system, which provides the motor activity of the heart. The inside is covered by the endocardium.

The heart itself supplies blood through the left and the right coronary artery outgoing from the aorta. Depending on which part of the heart supply, we have the left, right and balanced coronary type of supply. The cardiac skeleton is present in each heart, it comprises rings reinforcing its ostium and fibrous area in the shape of a triangle.

In this paper I describe the heart of the pig, horse, cow and dog and cat. The dissection was realized on bovine and porcine heart. The heart of all animals has the same function, but they differ in the location, orientation, size and anatomy. The differences are apparent already in the fixation of the pericardium, there are several types of ligaments clamping the different structures of the chest cavity. Into the left atrium enters a different number of pulmonary veins. Tricuspid valve, situated between the right atrium and the ventricle has a variable number of cusps. *Musculus biceps brachii* limits access to the heart area in varying scale, it affects accessibility during surgery. There is also ossification of fibrous components of the cardiac skeleton in some species.

Keywords: anatomy, heart, circulatory system

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Význam a charakteristika srdce.....	10
3.1.1 Srdce (<i>Cor</i>).....	10
3.1.2 Krevní oběh.....	10
3.1.2.1 Velký krevní oběh.....	11
3.1.2.2 Malý krevní oběh.....	11
3.2 Uložení srdce.....	12
3.2.1 Osrděčník (<i>pericardium</i>).....	12
3.3 Srdeční dutiny.....	13
3.3.1 Pravá předsíň (<i>atrium dextrum</i>).....	13
3.3.1.1 Srdeční ouška (<i>auriculae cordis</i>).....	15
3.3.1.2 <i>Foramen ovale, fossa ovalis</i>	16
3.3.2 Pravá komora (<i>ventriculus dexter</i>).....	16
3.3.3 Levá předsíň (<i>atrium sinistrum</i>).....	18
3.3.4 Levá komora (<i>ventriculus sinister</i>).....	19
3.4 Stavba stěny srdce.....	20
3.4.1 Endokard (<i>endocardium</i>).....	21
3.4.2 Myokard (<i>myocardium</i>).....	21
3.4.2.1 Převodní systém srdeční.....	22
3.4.3 Epikard (<i>epicardium</i>).....	23
3.5 Srdeční chlopně.....	24
3.5.1 Atrioventrikulární chlopně (předsíňokomorové, cípaté).....	24
3.5.1.1 Chlopeň trojcípá (<i>valva tricuspidalis</i>).....	25
3.5.1.2 Chlopeň dvojcípá (<i>valvula bicuspidalis</i>).....	25
3.5.2 Semilunární chlopně (poloměsíčitě).....	26
3.5.2.1 Chlopeň aortální (<i>valva aortae</i>).....	26
3.5.2.2 Chlopeň plicního kmene (<i>valva trunci pulmonalis</i>).....	27
3.6 Koronární systém.....	28
3.6.1 Koronární tepny.....	28
3.6.2 Koronární žíly.....	30
3.7 Srdeční skelet.....	30
3.8 Porovnání jednotlivých srdcí.....	32
3.8.1 Srdce prasete.....	32

3.8.2	Srdce koně.....	33
3.8.3	Srdce skotu.....	34
3.8.4	Srdce psa a kočky	36
4	Vlastní práce	39
4.1	Vyjmutí srdce z osrdečníku.....	39
4.2	Pitva srdce.....	39
5	Závěr.....	42
6	Seznam literatury	43
7	Slovníček pojmů	52

1 Úvod

Srdce patří k nejdůležitějším orgánům nejen v těle zvířat ale i člověka. Vhání krev do oběhového systému, kde dochází k přívodu kyslíku k buňkám a orgánům a zároveň k odstraňování oxidu uhličitého, význam má i z hlediska imunitního systému.

U jednobuněčných živočichů není vyvinutá cévní soustava, výměna plynů se uskutečňuje přímou difúzí v buněčné cytoplasmě. U jednodušších mnohobuněčných živočichů jako jsou žahavci a ploštenci existuje gastrovaskulární soustava, ve které probíhá trávení a rozvod živin. U houbovců navíc zajišťují transport živin měňavkovité pohyblivé buňky. Hlístice mají pseudocoelovou tekutinu, která se pohybuje díky lokomočním pohybům těla. S vývojem těla živočichů vzniká coelomová dutina, objevuje se jednoduchá cévní soustava tvořená hřbetní a břišní cévou, aby se tekutina dostávala rychleji k cílové tkáni.

První srdce a cévní soustava vzniká až u členovců. Jedná se ale o otevřenou cévní soustavu, kdy tělní tekutina hemolymfa omývá tkáně v mezibuněčných prostorech. Zvláštní druh cévní soustavy mají vzdušnicovci, kdy je kyslík rozváděn vzdušnicemi vedoucími až do tkání, srdce je trubicovité. Měkkýši mají srdce rozdělené na komoru a předsíň. Zcela uzavřená oběhová soustava se žaberními srdci se vyskytuje u hlavonožců, jsou u nich vytvořeny žíly i tepny.

Obratlovci mají dokonale uzavřenou cévní soustavu s jedním srdcem, tepnami, žilami a vlásečnicemi. Srdce tvoří variabilní počet předsíní a komor. Krev obsahuje krevní plazmu a krvinky. Srdce ryb a larev obojživelníků je tvořeno jednou předsíní a jednou komorou, krev žene do žaber, odkud se okysličená dostává ke tkáním a zpět do srdce. Se vznikem plic dochází v srdeční soustavě ke změnám. Obojživelníci mají srdce se dvěma předsíněmi a jednou komorou. U plazů je mezi komorami neúplná přepážka. První čtyřkomorové srdce se dvěma komorami a dvěma předsíněmi mají krokodýli, poté i ptáci a savci. Došlo k úplnému rozdělení srdce na levou a pravou polovinu, tím i ke vzniku plicního a tělního oběhu.

2 Cíl práce

Cílem práce je vypracovat podrobnou a aktuální literární rešerši na téma komparativní veterinární anatomie srdce. Práce bude dokumentována konkrétními příklady srdcí od různých domácích i hospodářských zvířat.

3 Literární rešerše

3.1 Význam a charakteristika srdce

3.1.1 Srdce (*Cor*)

Srdce je centrální orgán kardiovaskulární soustavy, který je vložený do průběhu velkých cév. Svou činností přečerpává venózní krev do arteriálního systému a udržuje stálost krevního tlaku v krevním oběhu. Jedná se o dutý svalový orgán, tvořený převážně ze srdeční svaloviny (*myocardium*), obalený v osrdečníku (*pericardium*). Srdce je uloženo společně se serózním osrdečníkem ve středním mediastinu (*mediastinum medium*) (Černý, 2002; Gvozdják et Gvozdjaková, 1980) asymetricky, přibližně 60% leží na levé straně.

U dospělého jedince se srdce skládá ze čtyř dutin: pravá předsíň, levá komora, pravá předsíň a pravá komora. Předsíně jsou odděleny septem stejně jako komory, ale předsíň s komorou na jedné straně spolu komunikují skrz předsíňokomorové ústí, které je opatřeno chlopněmi (Dyce et al., 2010).

Tvar srdce je kónický a mírně zploštělý po obou stranách vzhledem k anatomii hrudníku. Kraniální okraj (*margo ventricularis dexter*) sousedí s brzlíkem, kaudální okraj (*margo ventricularis sinister*) naléhá na bránici. Zvenku je srdce rozděleno na levou arteriální a pravou venózní stranu, kdy každá z nich je tvořena jednou předsíní (*atrium cordis*) a jednou komorou (*ventriculus cordis*) (König et Liebich, 2002). Na povrchu srdce jsou viditelné dvě brázdy. Při základně srdce probíhá věnčitá brázda (*sulcus coronarius*), která odděluje základnu srdce (*basis cordis*) od hrotu (*apex cordis*). Od věnčité brázdy směrem k hrotu srdce probíhá pravá a levá mezikomorová brázda tvořící zevní hranici mezi kraniálně uloženou pravou komorou a kardiálně ležící pravou komorou. Ve věnčitých brázdách je uložen funkční tuk a tepny a žíly výživného krevního oběhu srdce (Marvan et al., 2011). Tuk vyplňuje tyto brázdy, povrch srdce je díky němu hladký a usnadňuje činnost srdce uvnitř v osrdečníku. Tento tuk se nespotebovává organismus ani v mezních případech hladovění (Najbrt et al., 1982).

3.1.2 Krevní oběh

Krevní oběh rozvádí pomocí cév krev po celém těle. Jedná se o oběh uzavřený, který se skládá ze srdce a krevních cév lišících se svou stavbou, vlastnostmi a propustností stěn (Dylevský, 2000). Má několik funkcí: přivádí výživné látky k buňkám, odvádí oxid uhličitý a zplodiny, udržuje homeostázu, účastní se chemické regulace fyziologických procesů díky

přenosu hormonů. Důležitou úlohu má i v imunitním systému, tvoří se zde bílé krvinky, které jsou schopné fagocytovat choroboplodné zárodky a vytvářet protilátky (Marvan et al., 2011). Transport látek umožňují dvě tekutiny – krev a míza, které jsou v neustálém pohybu díky srdci, ústřednímu orgánu cévní soustavy (Červený et al., 1999).

V krevním oběhu rozlišujeme velký (tělní) krevní oběh, který zásobuje všechny orgány a obsahuje asi 75 % z celkového objemu krve a malý (plicní) krevní oběh sloužící k výměně plynů (Stephenson, 1997).

3.1.2.1 Velký krevní oběh

Velký krevní oběh zajišťuje cirkulaci krve mezi srdcem a celým tělem. Krev tělního oběhu proudí nepřetržitě od plicních žil až do levé síně. Asi 80 % krve z levé síně se přesouvá do levé komory před kontrakcí, zbylých 20 % po kontrakci. Předstěň je považována za základní čerpadlo umožňující vysokou účinnost komory jakožto pumpy. Při kontrakci komory se tlak uvnitř prudce zvýší a dojde k zavření mitrální chlopně. Během této fáze se nemění objem krve (Berne et Levy, 2001). Přibližně za 0,003 s vyvine komora dostačující tlak k otevření aortální chlopně a dojde k vypuzení krve z komory. Během systoly levé komory dochází k hromadění velkého množství krve v síni, protože dvojcípá chlopeň je uzavřená. Po kontrakci se levá komora uvolní a tlak v ní klesá, dochází k otevření mitrální chlopně. Tím začíná nový srdeční cyklus (Hall et Guyton., 2011). Po vypuzení krve do aorty se dostává přes artérie a arterioly ke tkáním a orgánům. Z kaudální části těla se krev vrací zadní dutou žilou (*vena cava caudalis*) do pravé srdeční předsíně. Z kraniální části těla je krev odváděna přední dutou žilou (*vena cava cranialis*). Z nepárových břišních orgánů se krev vrací vrátnicovou žilou (*vena portae*), která protéká játry a zadní dutou žilou se dostává také do pravé předsíně srdce (König et Liebich, 2002).

3.1.2.2 Malý krevní oběh

Odkysličená krev z celého těla je do srdce přiváděna prostřednictvím přední a zadní duté žíly (*vena cava cranialis et caudalis*). Krev vstupuje do pravé předsíně, kterou naplní. Následně dojde k jejímu stažení a vypuzení krve skrze atrioventrikulární chlopeň do pravé komory. Jakmile je i ta naplněna, dojde k její kontrakci a krev přechází do plicního kmene (*truncus pulmonalis*) přes jeho chlopeň (Aspinall et Cappello, 2009). Plicní kmen se větví na levou a pravou plicní tepnu (*arteriae pulmonales*), každá směřuje k jedné plíci. Plicní tepny se

rozdělují až na plicní vlásečnice, které obklopují plicní alveoly (Gilroy et al., 2012). Krev je zbavena oxidu uhličitého a obohacena o alveolární kyslík. Následně je plicními žilami (*venae pulmonales*) odváděna zpět do levé síně (Sturtz et Asprea, 2012).

3.2 Uložení srdce

Osrdečník společně se srdcem jsou orgány středního mediastina. Srdce je uloženo volně v perikardiální dutině, ze srdeční báze vystupují velké cévy, na kterých je zavěšeno (Marvan et al, 2011). Hlavní roli ve fixaci srdce hraje aorta a její větve. *Truncus pulmonalis* a jeho větve propojují srdce s plícemi. K bránici je srdce fixováno pomocí *vena cava caudalis*, která pevně srůstá s *foramen vena cava caudalis* (Černý, 2002).

Mediastinum je anatomická oblast nacházející se ve středu hrudníku. Z přední strany ho vymezuje hrudní kost, zezadu páteř a ze stran obě plíce a jejich pohrudnice, kterou je z obou stran pokryto (Espostio et Catanzaro, 1999). Podle Černého (2002) je středohrudí rozděleno polohou srdce na prekardiální, kardiální, postkardiální, dorzální a ventrální část.

Přibližně 60 % objemu srdce je umístěno nalevo od mediální roviny hrudníku. Srdce je lokalizováno mezi třetím a šestým žebrem. Jeho tvar je kónický, báze je orientovaná dorzálně, představuje rozšířenou část tvořenou předsíněmi, hrot ke sternu, je zúžený a tvořen komorami (König et Liebich, 2002).

3.2.1 Osrdečník (*pericardium*)

Srdce je uloženo v osrdečníku ve ventrální polovině mediastina v hrudní dutině. Osrdečník se skládá ze serózní (*pericardium serosum*) a vazivové vrstvy (*pericardium fibrosum*).

Pericardium fibrosum tvoří pevný obal srdce, který je ventrálně upevněný k hrudní kosti pomocí vazy *ligamentum sternopericardiacum*. Vazivová část osrdečníku je derivátem nitrohruďní povázky *fascia endothoracica* (Červený et al., 1999). Fibrózní vrstva se skládá převážně z navzájem překřížených kolagenních vláken, v menší míře jsou zde přítomna i vlákna elastická (Najbrt et al., 1982).

König et Liebich (2002) sdělují, že serózní vrstva je přiložena k srdci v podobě *lamina visceralis*, což je v podstatě epikard, ten pokrývá srdeční sval, koronární cévy a tuk na povrchu srdce. *Lamina visceralis* je místy těsně přirostlá k srdeční svalovině, ale v srdečních brázdách je oddělena funkčním tukem a cévami. Dle Mahadevana (2015) *lamina visceralis*

přechází na bázi srdce v serózu osrdečnicku (*lamina parietalis*), která je vidět kolem kořenů velkých srdečních cév. Mezi *lamina parietalis* a *lamina visceralis* je vytvořena malá osrdečnicková dutina (*cavum pericardii*), kde se nachází malé množství serózní tekutiny (*liquor pericardii*), kterou, jak zjistili Tartaglia et Waugh (2002), vylučuje samotný serózní perikard, slouží ke zvlhčení vnitřní plochy osrdečnicku a povrch srdce, čímž snižuje tření.

Ačkoli se perikard přizpůsobuje měnícímu se tvaru srdce během srdečního cyklu, jeho vazivové komponenty zabraňují jakémukoliv výraznému roztažení v krátkém časovém úseku. Během delší doby je možné jeho objem zvýšit – srdce se může zvětšit pravidelným cvičením, nemocí nebo hnisem nahromaděným v perikardiální dutině. (Dyce et al., 2010).

Podle Czum et al. (2014) hraje osrdečnick velmi důležitou roli pro srdce. Optimalizuje srdeční pohyb, tlak v komorách a slouží jako bariéra proti infekcím. Tloušťka osrdečnickové stěny se zvyšuje společně s rostoucí velikostí srdce (Holt, 1970).

3.3 Srdeční dutiny

Hlavní hmotu srdce tvoří srdeční komory, které jsou od předsíní oddělené zvenku zřetelným *sulcus coronarius* (König et Liebich, 2002). Uvnitř jsou jednotlivé dutiny odděleny septy – mezikomorová přepážka (*septum interventriculare*), mezipředsíňová přepážka (*septum interatriale*) a neúplná předsíňokomorová přepážka (*septum atrioventriculare*). (Najbrt et al., 1982).

3.3.1 Pravá předsíň (*atrium dextrum*)

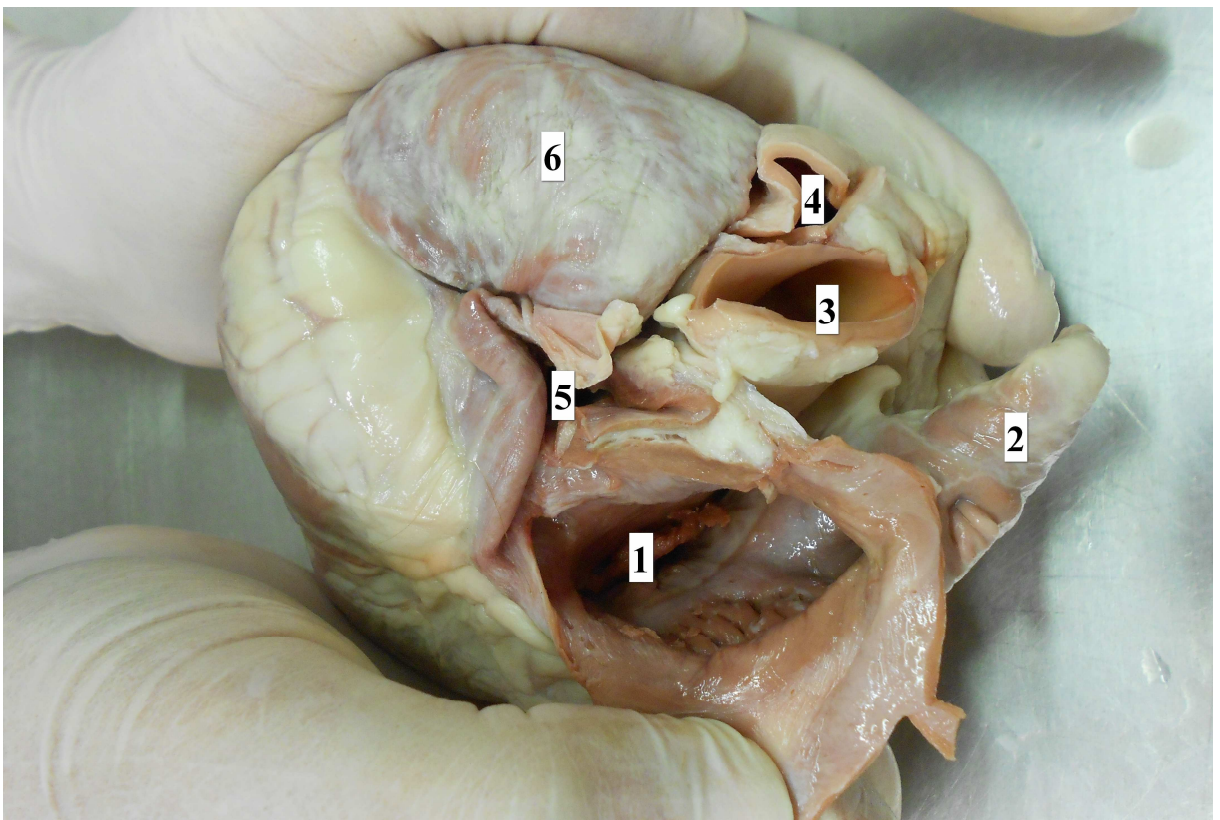
Pravá předsíň se nachází při kraniálním okraji srdeční báze. Od levé komory je oddělena mezipředsíňovou přepážkou (*septum interatriale*), která je tvořena myokardem o tloušťce přibližně 1 cm, z obou stran je pokrytá endotelem. V místě, kde se nachází pozůstatek po *foramen ovale* je přepážka průsvitná a tenká, schází jí svalová tkáň (Evans, 1993).

Do dorsálního oddílu s hladkou stěnou se z kaudální strany otevírá ústí zadní duté žíly (*ostium venae cavae caudalis*) a z dorsokraniální strany ústí přední duté žíly (*ostium venae cavae cranialis*). Obě žíly se stékají v místě zvaném *sinus venarum cavarum*, které je viditelné v podobě rozšířené dutiny na srdeční základně, její svalová stěna manžetovitě objímá ústí přední duté žíly, v menší míře pak i ústí zadní duté žíly. Mezi ústím obou dutých žil je stěna vtažena dovnitř tvoří výrazný val na dutinové ploše *tuberculum intervenosum*,

který usměřňuje proudění žilní krve do pravé komory (Červený, 1982). Nalevo od ústí zadní žíly je ještě otvor koronárního sinu (*ostium sinus coronarii*), který přináší většinu žilní krve srdce do pravé síně (viz obr. č. 2). V jeho blízkosti se nachází i trikuspidální chlopeň a atrioventrikulární uzlík (Mahadevan, 2015).

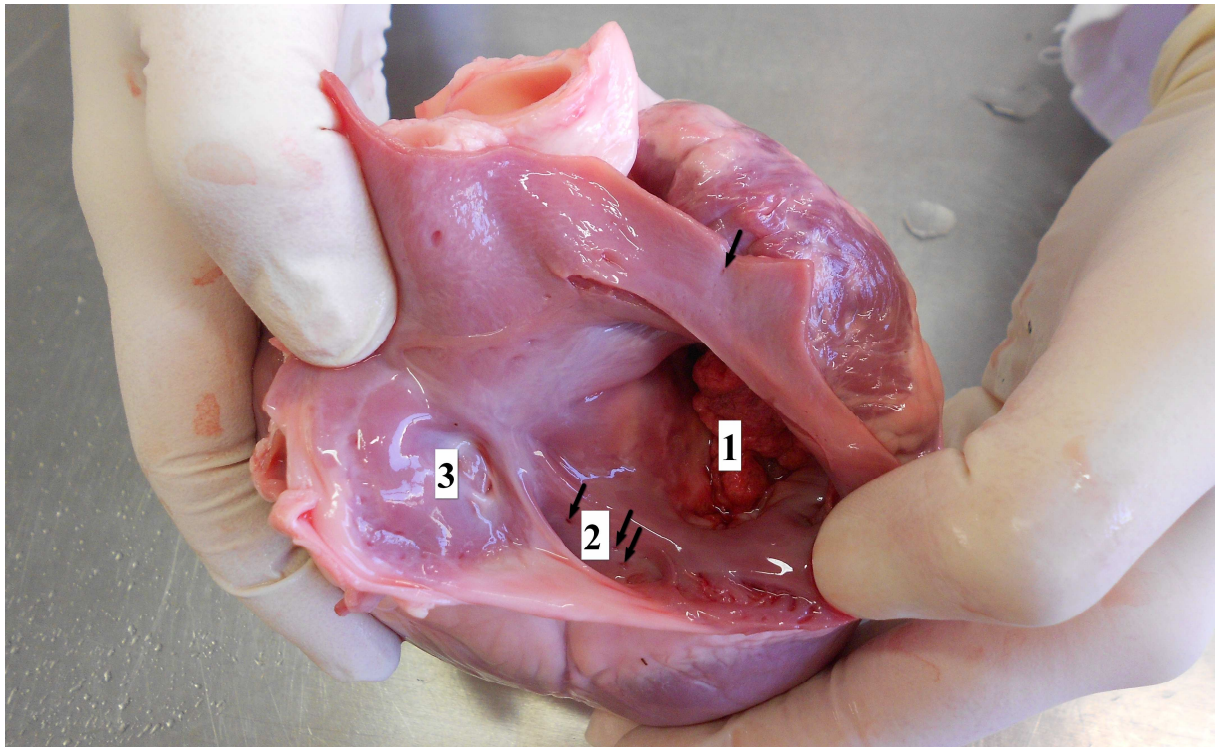
Chlopeň zadní duté žíly (*valvula venae cavae caudalis*) se táhne od ventrálního ústí zadní duté žíly směrem k mezipředsíňové přepážce. Je výrazná hlavně v prenatalním období, kdy chlopeň usměřňuje krev přitékající zadní dutou žilou směrem k přepážce předsíně, kde se nachází otvor *fossa ovalis* (viz obr. č. 2). Díky poloze *tuberculum intervenosum* a *valvula venae cavae caudalis* se proudy krve nestřetávají a nevzniká turbulentní proudění (Čihák, 2004).

Kraniální část síně se vyklenuje doprava. Část síně zvaná pravé ouško (*auricula atrii dextri*) zasahuje i na levou stranu na kraniální část plicního kmene (Dyce et al., 2010). Stěna předsíně je na rozdíl od stěny oušek hladká, obsahuje menší množství *musculi pectinati*. Hladká část je od oblasti s trámci oddělena zevnitř prostřednictvím *crista terminalis*, zvenku pomocí *sulcus terminalis* (Anderson et Loukas, 2009).



Obr. č. 1 Pohled na báze srdce prasete s částečně odpreparovanou *atrium dextrum* (1) a periferně odstávající *auricula dextra* (2). Je viditelná *aorta* (3), *truncus pulmonaris* (4), včetně vstupu do *atrium sinistrum* (5), který je krytý *auricula sinistra* (6).

Zdroj: Veronika Hoskovcová



Obr. č. 2 Pohled do *atrium dextrum* (1) ze strany báze srdce prasete. Povšimněte si prosím hladkých stěn s dobře viditelným vyústěním *sinus coronarius* (2), *fossa ovalis* (3) a místy jsou viditelné i *venae cordis minimae*.

Zdroj: Veronika Hoskovcová

3.3.1.1 Srdeční ouška (*auriculae cordis*)

Srdeční ouška jsou relativně objemné vaky na obou stranách kraniální části srdce (Krüse et al., 2001). V oblasti ouška jsou nahlučené *musculi pectinati* pokryté endokardem, které stěnu ouška rozčleňují na četné nepravidelně uspořádané trámce (König et Liebich, 2002).

Srdeční předsíně jsou tenkostěnné a fungují jako sběrné dutiny, proto byly ouška dlouhou dobu považovány za nefunkční struktury. V současné době se ví, že ouška mají významný podíl na plnění komor (Davis et al., 1990; Grant et al., 1964) a zvětšují síňový objem (Akers et Denbow, 2013).

Pravé ouško je hřebenovitý útvar v přední části pravé předsíně (viz obr. č. 1). Rozprostírá se od vstupu přední duté žíly a těla pravé předsíně až k boční hranici pravé předsíně (Subramaniam et al., 2006). Schaller et Constantinescu (2007) upřesňuje, že vrchol pravého ouška srdečního se obtáčí kolem pravé a kraniální plochy vzestupné části aorty.

Levé ouško (*auricula atrii sinistri*) vzniklo adsorbci primárních plicních žil a jejich větví. Jedná se o výběžek z těla levé předsíně (Di Biase, 2010). Toto ouško leží mezi přední a boční stěnou levé předsíně a jeho špička směřuje anterosuperiorně. Překrývá levý okraj pravé komory nebo plicní kmen a hlavní část levé věnčité tepny anebo *arteria circumflexa* (Su et al., 2008). Zvenku je mírně zploštělé, často má několik záhybů a končí ostrým hrotem. Vzhledem k zploštělému tvaru spodní povrch leží na levé komoře a vrchní strana je těsně pod fibrózním perikardem (Wang et al., 2010).

3.3.1.2 *Foramen ovale, fossa ovalis*

Foramen ovale (oválné okénko) je otvor, který se nachází se v předsíňovém septu v blízkosti vyústění zadní duté žíly v období embryonálního a fetálního vývoje (König et Liebich, 2002). Krev proudí z pravé do levé komory a do velkého krevního oběhu, obchází tedy plíce (Aspinall et Cappello, 2009). Krátce před narozením se uzavírá a mění se na oválnou jamku (*fossa ovalis*), která je okem viditelná v pravé předsíni (Akers et Denbow, 2013). Whitaker (2014) dodává, že oválné okénko je obklopeno převislým valem *limbus fossae ovalis* a vyvíjí se ze *sinus venosus*.

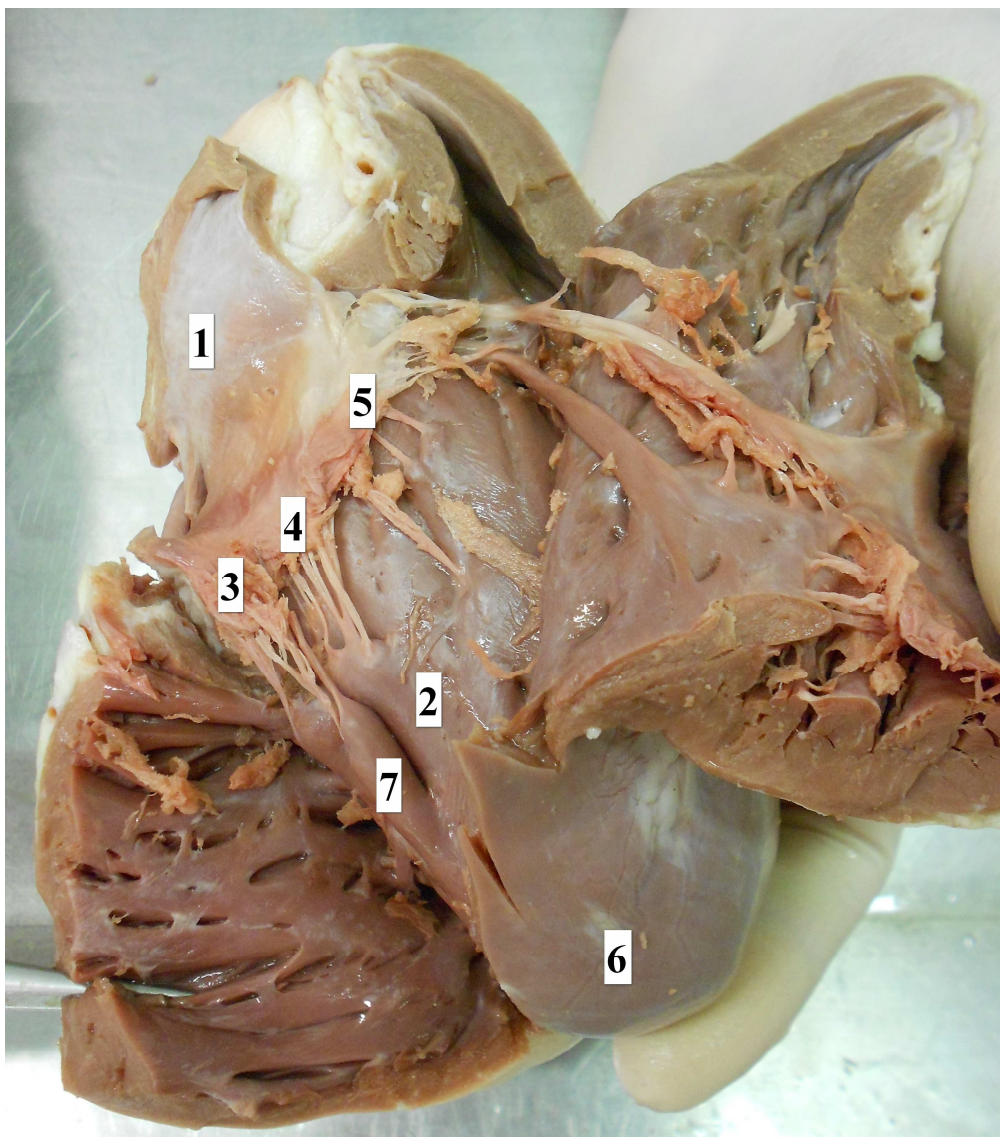
3.3.2 **Pravá komora (*ventriculus dexter*)**

König et Liebich (2002) popisuje pravou komori tak, že kraniálně přiléhá k levé komoře, ale nedosahuje až k hrotu srdce. Přijímá neokysličenou krev z pravé předsíně pomocí atrioventrikulárního ústí (*ostium atrioventriculare dextrum*), které uzavírá trikuspidální chlopeč (*valvula tricuspidalis, valva atrioventricularis dextra*) (viz obr. č. 3). Její stěna je oproti stěně levé komory pouze třetinová (viz obr. č. 4), protože je zde mnohem menší tlak při systole. Od levé komory je oddělena silnou mezikomorovou přepážkou (Anderson et Anderson, 1994).

Je rozdělena na vtokovou a výtokovou část pomocí svalového nadkomorového hřebenu (*crista supraventricularis*), hraje důležitou roli při vyprazdňování pravé komory a uzavírání trojcípé chlopně (James, 1985). Podle Kosiňki et al. (2007) se tento hřeben nachází mezi předsíňokomorovým ústím a ústím plicního kmene. Stěna komory v oblasti vtokové části je obvykle silná 3 – 5 mm a vnitřně vyvýšená propletenými svalovými trámci (*trabeculae carnae*) (Whitaker, 2014). Podle Dyce et al. (2010) jsou zde tyto trámce proto, aby se redukovala turbulence krve.

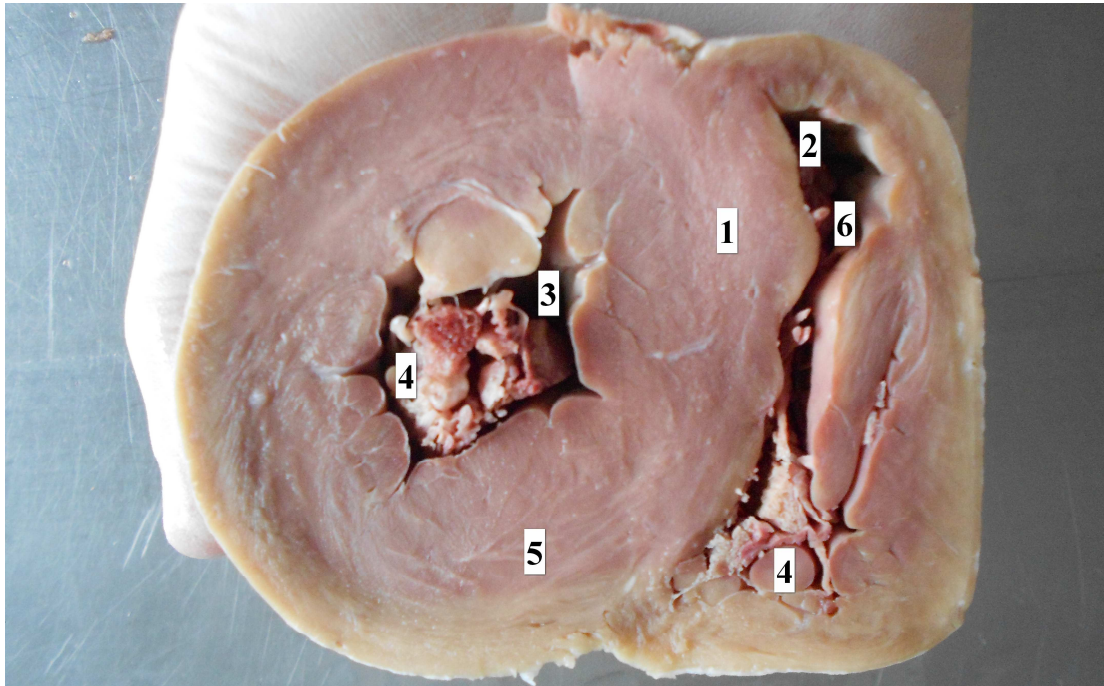
Dle studie Whitaker (2014) se některá vlákna svalů *trabeculae carnae* připojují na nižší oblasti přední strany stěny komory jako *trabecula septomarginalis*. Ta obsahuje část pravého raménka z převodního systému srdce, což zajišťuje, že dochází k současným kontrakcím pravé i levé komory.

Výtoková část komory (*conus arteriosus*) má hladkou stěnu. Ve stěně komory i mezikomorovém septu lze najít tři bradavkovité svaly kuželového tvaru (*musculi papillares*). Přímo na stěně pravé komory leží *musculus papillaris magnus*, na přepážce pod ústím plicního kmene je *musculus papillaris subarteriosus* a ventrálně a napravo od něj se nachází poslední *musculi papillares parvi* (Najbrt et al., 1982). Hlavní úlohou papilárních svalů je podpora atrioventrikulárních chlopní. V pravé komoře se vyskytují tři papilární svaly na rozdíl od levé komory, kde jsou pouze dva (Wenzel et al., 2000). Šlašinky (*chordae tendinae*) jsou připevněny k volnému okraji cípů chlopní a končí v bradavkovitých svalech (Reece, 2009) (viz obr. č. 3).



Obr. č. 3 Pohled do kompletně přestřižené *atrium dextrum* (1) a *ventriculus dexter* (2) srdce prasete. Povšimněte anatomie a uspořádání *valvula tricuspidalis*, která je tvořená třemi trojúhelníkovitými cípy: *cuspis posterior* (3), *cuspis septalis* (4) a *cuspis anterior* (5). K okrajům cípů jsou připojeny dobře viditelné početné *chordae tendineae*, které začínají na *musculi papilares* (7). *Apex cordis* (6).

Zdroj: Veronika Hoskovcová



Obr. č. 4 Kolmý průřez komorami podél dlouhé srdeční osy s dobře viditelnou *pars muscularis septi interventricularis* (1), *ventriculus dexter* (2), *ventriculus sinister* (3), *musculi papilares* (4), *myocardium* (5) a *trabelulae carnae* (6).

Zdroj: Veronika Hoskovcová

Otvor plicního kmene (*ostium trunci pulmonalis*) se nachází dorsálněji než předsíňokomorové ústí a kraniosinistrálně k začátku aorty. Otvor je během diastoly komor uzavřen pomocí tří poloměsíčitých cípů chlopně plicního kmene (*valva trunci pulmonalis*), které jsou hluboce zapadlé na arteriální straně (Dyce et al., 2010).

3.3.3 Levá předsíň (*atrium sinistrum*)

Levá předsíň má podobnou anatomickou stavbu jako předsíň pravá. Nachází se v horní dorsální části srdce a má charakteristickou část zvanou levé ouško, které je vyduté směrem

dopředu a stáčí se doleva, přiléhá k *truncus pulmonalis*. Vystupuje ze superolaterální strany levé komory, je větší a má protáhlejší tvar, také jeho bradavkovité svaly jsou menší než u pravého ouška (Al-Saady et al., 1999). Stěny předsíně jsou hladké a průměrně o 3 mm silnější než v pravé předsíni (Čihák, 2004).

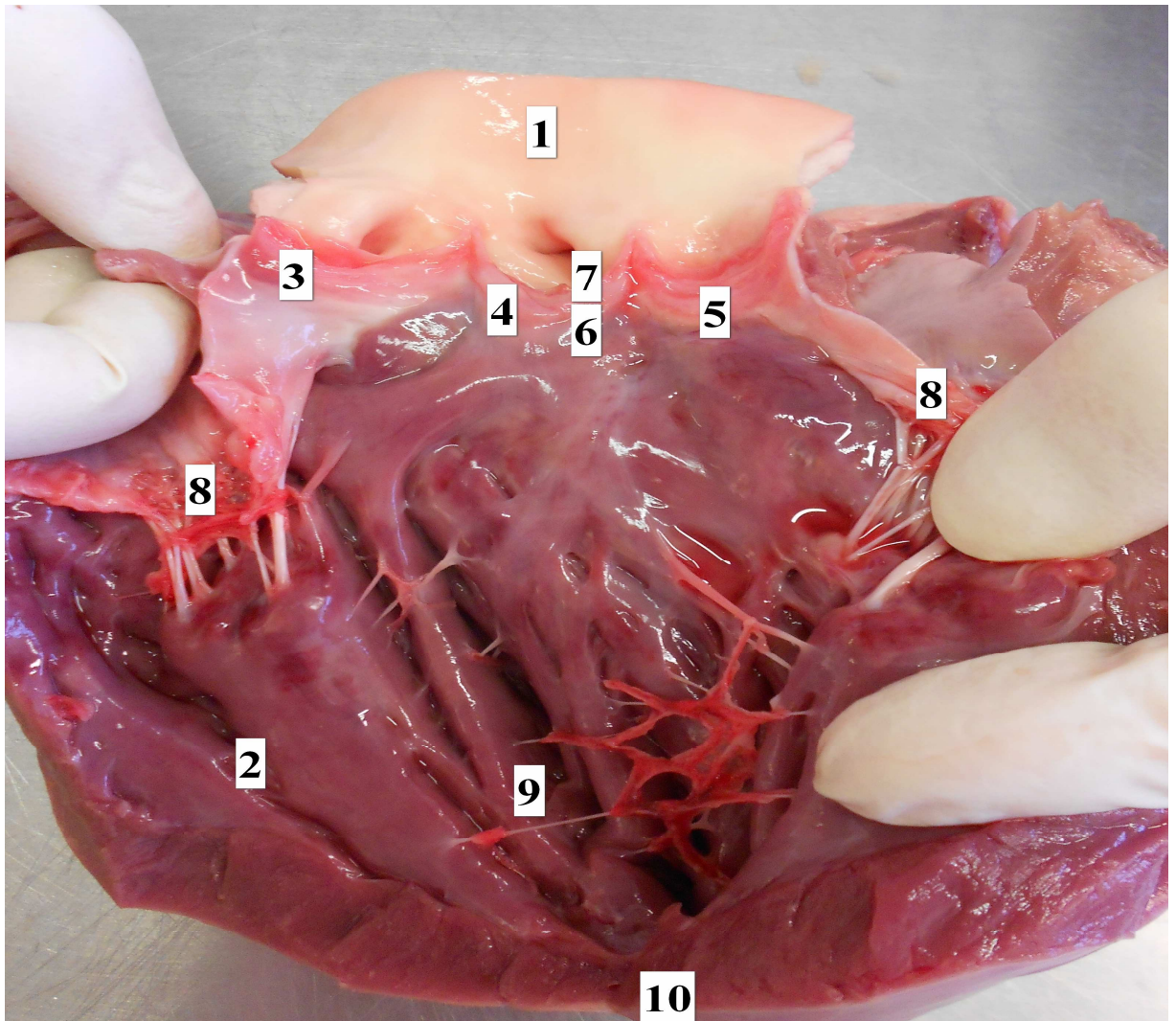
Do levé předsíně vstupují plicní žíly buď jednotlivě nebo ve skupinách, ve dvou až třech místech – kraniosinistrálním, kraniodextrálním někdy ještě kaudálním (Dyce et al., 2010). Ústí v místě zvaném *ostia venarum pulmonalium*. Plicních žil je celkem 5 – 8, dvě širší a zbývající jsou užší. V okolí ústí žil je myokard zesílen a tvoří manžetovité prstence důležité pro regulaci toku krve v předsíni při systole.

V místě odpovídajícím polohou *fossa ovalis* je z levé strany mezipředsíňového septa nevýrazná řasa *valvula foraminis ovalis*, což je reziduum po chlopni náležící *foramen ovale* z prenatalního vývoje (Červený, 1982).

3.3.4 Levá komora (*ventriculus sinister*)

Levá předsíň komunikuje s levou komorou skrze *ostium atrioventriculare sinistrum*, která je opatřena bikuspidální neboli mitrální chlopní (*valva atrioventricularis sinistra, valvula bicuspidalis*). Na rozdíl od pravé komory dosahuje až k srdečnímu hrotu. I přesto, že stěna je silnější než v pravé komoře (přibližně 3 cm), objem obou komor je stejný (König et Liebich, 2002). Stěnu tvoří velká vrstva myokardu, která se v hrotu výrazně ztenčuje až na pouhých 0,5 mm. Stěna je v dorsokraniálním úseku hladká a přechází v ústí aorty (*ostium aortae*), které je kryto aortální chlopní (*valva aortae*) tvořenou třemi kapsovitými semilunárními výběžky. Zbytek stěny komory je rozbrázděn trámcí (viz obr. č. 5) *trabeculae carnae* (Najbrt et al., 1982), jsou zde větší, kratší a silnější prohlubně mezi nimi než v pravé části (Čihák, 2004).

Krev do levé komory vstupuje přes mitrální chlopeň, která má dva cípy – přední větší a zadní menší. Každý z nich obsahuje šlašinky a papilární svaly (Muresian et al., 2009).



Obr. č. 5 Na obrázku je kompletně přestřižená *aorta* (1) a výtoková, vtoková část *ventriculus sinister* (2) srdce prasete. Je zde vidět anatomie a uspořádání *valvulae semilunaris aortae*, tvořenými *valvula semilunaris dextra aortae* (3), *valvula semilunaris posterior aortae* (4), *valvula semilunaris sinistra aortae* (5), které dohromady tvoří *valva aortae*. Částečně jsou viditelné *noduli valvulae aortae* (6) a *sinusi valvulae aortae* (7). Jsou viditelné i cípy *valvula bicuspidalis* (8). *Trabeculae carneae* (9) a *apex cordis* (10).

Zdroj: Veronika Hoskovicová

3.4 Stavba stěny srdce

Stěna srdce je trojvrstevná. Na povrchu je epikard, střední vrstva je tvořena srdeční svalovinou myokardem a srdeční dutiny jsou vystlány endokardem (Černý, 2002).

3.4.1 Endokard (*endocardium*)

Endokard neboli nitroblána srdeční vystýlá všechny srdeční dutiny a odpovídá vnitřní vrstvě stěny cév *tunica intima*, na kterou navazuje (Najbrt et al., 1982).

Skládá se ze tří vrstev. První tvoří ploché endoteliální buňky, které pokrývají dutinu srdce. Prostřední subendothelová vrstva je tenká. Obsahuje pojivovou tkáň postrádající elastická vlákna. Hlavní složkou jsou tedy kolagenní vlákna, která jsou rozptýlena mnoha směry a tvoří síť, jejich průměr se může nepatrně lišit. Poslední vrstva je elastická. Začíná v místech, kde se objevují elastická vlákna, ta se postupně zvětšují a tvoří komplexy v blízkosti předchozí vrstvy. Jsou zde přítomna i kolagenní vlákna uspořádaná paralelně s endoteliálním povrchem (Lannigan et Zaki, 1966). Od myokardu je endokard oddělen subendokardovou vrstvou, kterou tvoří řídké vazivo. Jeho vazivová vlákna přechází do řídkého intersticiálního vaziva srdečního svalu. V této části se nachází i krevní cévy vyživující endokard a větve převodního systému srdečního (Belák et al., 1990).

3.4.2 Myokard (*myocardium*)

Nejsilnější a nejpodstatnější vrstva srdce se nazývá myokard (srdeční sval). Jedná se o speciální druh příčně pruhované svaloviny, která nepodléhá vůli jedince, ale je pod vlivem autonomního nervového systému. Je diferenciován na dvě odlišné struktury. První je samotná srdeční svalovina, schopná zajistit motorickou činnost srdce (Červený, 1982). Druhou část podle Marvana et al. (2011) tvoří převodní systém srdeční, schopný vytvářet a vést vzruchy, tím je zajištěna autonomie srdce.

Srdeční sval má tmavě červenou barvu. König et Liebich (2002) zjistili, že svalové buňky myokardu se větví a svými výběžky se opět spojují, tím vytváří v srdečním svalu prostorovou síť, neprobíhají tedy izolovaně a paralelně jako u kosterního svalu. Hranice buněk jsou označovány jako interkalární disky (*discus intercalaris*), které jsou podle Gvozdjába et Gvozdjákové (1980) tvořeny dvěma buněčnými membránami oddělenými štěrbinou velkou 10 – 20 nm. Štěrbina je vyplněna čirou tekutinou. Tyto disky mají nepravidelný průběh, většinou směřují kolmo na podélnou osu svalového vlákna, ale mohou probíhat i paralelně s myofilamenty. Myofilamenta v interkalárním disku končí a nepřechází z jedné buňky do druhé, díky jejich objevení se srdeční sval přestal považovat za syncytium. Mají funkci mechanickou, kdy spojují buňky a dále zajišťují elektrický přenos z jedné buňky srdečního svalu na další (Frandsen et al., 2009).

Od kosterního svalu se myokard liší ještě polohou jádra. Na rozdíl od kosterního svalu, který má jádro uložené těsně pod sarkolemou, mají buňky myokardu jádro lokalizované ve středu buňky a má oválný tvar. Obsahuje také více mitochondrií a sarkoplasmy (Belák et al., 1990). Je to jediný sval, který se neunaví po opakovaných kontrakcích (Tartaglia et Waugh, 2002).

Červený (1982) dodává, že uspořádání svaloviny tvořící stěny předsíní a komor se od sebe liší. Svalovina stěny komor obsahuje dvě vrstvy, které jsou těsně spojené dohromady. Povrchová cirkulární vrstva probíhá od jednoho srdečního ouška ke druhému a je společná pro obě předsíně. Hluboká vrstva se od atrioventrikulárních vazivových prstenců rozšiřuje v šikmém a podélném směru na předsíně. Současně se proplétá se svazky z povrchové vrstvy. V hrotech srdečních oušek jsou ze svalových svazků vytvořené spirály. Hluboká vrstva svaloviny je samostatná každé předsíní (Belák et al., 1990). Ve stěnách komor mají svalová vlákna složitější průběh. Rozlišuje se zde 5 vrstev. Svazky svalových vláken vnitřní a zevní vrstvy mají začátek na fibrózních prstencích, směřují šikmo k srdečnímu hrotu a jsou společné oběma komorám. Zbývající vrstvy tvoří podstatu myokardu komor. Průběh svazků těchto tří vrstev má podobu osmičky a na vrcholu srdce tvoří srdeční vír (*vortex cordis*) (Ashihara et al., 2003).

3.4.2.1 Převodní systém srdeční

Myokard obsahuje na rozdíl od příčně pruhovaného svalu ještě vlastní vodivý systém tvořený Purkyňovými svalovými vlákny (Komárek, 1971). Převodní systém srdeční převzal funkci rozvádět vzruchy napříč srdeční svalovinou a tvoří tak vodivou složku myokardu. Jedná se o specifickou část myokardu, která je vodivá, nazývá se také excitomotorický aparát. Tento systém zajišťuje rytmickou srdeční činnost a propojení mezi myokardem předsíní a komor. Vlákna převodního systému jsou bohatá na sarkoplasmu a glykogen a obsahují jen málo fibril, jejich snopce jsou obaleny řídkým vazivem a mají bledší barvu než samotný myokard (Najbrt et al., 1982). Podle Beláka et al. (1990) mají méně mitochondrií, myofilamentů a méně vyvinuté sarkoplasmatické retikulum.

Tento systém se skládá z předsíňového uzlíku (*nodus sinuatrialis*), předsíňokomorového uzlíku (*nodus atrioventricularis*), předsíňokomorového nebo také Hissova svazku (*fasciculus atrioventricularis*) a Purkyňových vláken (Červený et al., 1999). Oba nody jsou bohatě inervovány vegetativními vlákny (König et Liebich, 2002).

Uzlík ležící ve stěně pravé předsíně mezi přední a zadní dutou žilou a pravým srdečním ouškem se nazývá *nodus sinuatrialis* (SA-uzlík). Jeho tvar je srpovitý, na délku má asi 3,5 cm a na šířku 1 cm. Větévky tohoto uzlíku zasahují pouze do svaloviny předsíní (Najbrt et al., 1982). Je bohatě inervován, ale okem není téměř viditelný. Bývá často označován jako pacemaker, protože se zde vytváří impulzy důležité pro kontrakci srdečního svalu (Verkerk et al., 2009; Kent et Carr, 2001). Kontrakce pocházející z předsíňového uzlíku se při srdečním cyklu šíří přes stěny předsíní a svalovinu komor až k AV-uzlíku (Hildreth et al., 2009).

Nodus atrioventricularis (AV-uzlík) je lokalizován ve stěně pravé síně v blízkosti mezipředsíňové přepážky. Je centrem sekundární automacie. K myokardu se vzruchy dostávají pomocí Hissova svazku, ten vstupuje do mezikomorové přepážky. Zde se dělí na levé a pravé raménko (*crus dextrum* a *crus sinistrum*) (Sova, 1971), Lüllmann-Rauch (2012) je také nazývá jako Tawarova raménka. Ta probíhají těsně pod endokardem po obou stranách mezikomorové přepážky směrem k papilárním svalům (König et Liebich, 2002). Pravé raménko směřuje k srdečnímu hrotu. Ventrálně pokračuje v mezikomorové přepážce a větví se ve stěně komory (Liu, 1992). Levé raménko se větví na tři svazky v myokardu mezikomorové přepážky a přechází do stěny levé komory. Konečné větévky se rozdělují na síť Purkyňových vláken, které byly z celého převodního systému objeveny jako první (Ware, 2011). Sova (1971) upřesňuje, že Purkyňova vlákna vedou vzruchy do celého myokardu srdečních komor.

Stavba nodů je téměř stejná, tvoří je modifikovaná vlákna srdeční svaloviny. Tvar buněk se však v obou uzlicích se liší. V SA-uzlíku jsou buňky vřetenovité a rozvětvené. Buňky AV-uzlíku jsou větší a více rozvětvené než v prvním.

Purkyňova vlákna jsou v podstatě svalové buňky, u kterých je potlačena kontraktilita a zvýšená vodivost. Jsou větší než svalové buňky, často mají dvě jádra a hodně cytoplasmy s velkým množstvím glykogenu. Myofibrily se zde nachází jen v malém množství a nachází se na periferii buňky. Jejich tloušťka není všude stejná, nejsilnější jsou v subendothelové vrstvě, nejtentčí jsou umístěny mezi svalovými vlákny myokardu (Belák et al., 1990).

3.4.3 Epikard (*epicardium*)

Vnější vrstva srdce je tvořena viscerálním listem perikardu (Hampl, 1984). Epikard pokrývá srdce a intraperikardiální části velkých tepen (Gittenberger-de Groot et al., 2012). Tvoří ho mezothelové buňky, které pocházejí z přechodné struktury prekurzorových buněk

(*proepicardium*) (Männer et al., 2007). Belák et al. (1990) popisuje epikard jako vrstvu srdce složenou z epitelu, hlavní pojivové vrstvy a subepikardiální vrstvy. Epitel pokrývající epikard je složen z jedné vrstvy plochých buněk. Hlavní pojivovou vrstvu tvoří malá vrstva vaziva, která obsahuje i kolagenní a elastická vlákna. Obsahuje i mizní cévy a nervová vlákna. Pomocí subepikardiální vrstvy je epikard připojen k myokardu. Tvoří jí řídké vazivo s většími srdečními cévami, ganglii a malým množstvím tukového vaziva. Podle Martínka et Zdeňka (2008) je epikard nejvíce prostoupen tukovým vazivem v rýhách věnčitých tepen. V epikardu je mimo jiné obsaženo velké množství volných nervových zakončení – receptorů bolesti (Filipoiu, 2014).

3.5 Srdeční chlopně

Dutiny předsíní jsou od dutin komor odděleny srdečními chlopněmi. Základem chlopní je vazivová ploténka, která je pokrytá z obou stran endokardem (duplikatura endokardu). Ploténku tvoří silná kolagenní vlákna probíhající šikmo a vedle sebe. Rozlišujeme dva druhy chlopní – cípaté (atrioventrikulární nebo také předsíňokomorové) a poloměsíčitě. U poloměsíčitých chlopní je součástí vazivové destičky velké množství hladkosvalových buněk, u chlopní cípatých jsou hlavní složkou elastická vlákna. Chlopně jsou při bázi připojené k srdečnímu skeletu pomocí vazivové výztuže. Do atrioventrikulárních chlopní může zasahovat svalovina předsíní, ale jen na krátkou vzdálenost. U báze poloměsíčitých chlopní leží krevní cévy přicházející od *vasa vasorum* (drobné cévy vyživující stěnu velkých tepen (Vokurka et Hugo, 2004)) a od cév endokardu komor. U chlopní cípatých zasahují krevní cévy až po volný okraj, zde se rozpadají na jemné kapiláry, které anastomozují (Belák et al., 1990). Na předíňokomorové chlopně se do volných okrajů upínají šlašinky (*chordae tendinae*) odstupující z bradavčitých svalů (Roberts et Perloff, 1972).

Jejich funkcí je usměrnit tok krve tím, že brání proudění krve v nesprávném směru při kontrakci dutin (Tartaglia et Waugh, 2002).

3.5.1 Atrioventrikulární chlopně (předsíňokomorové, cípaté)

Cípaté chlopně jsou na pravé straně trikuspidální, se třemi cípy a na levé straně bikuspidální obsahující dva cípy (Cuéllar et al., 2013). Vazivové ploténky jsou podle Čiháka (2004) tuhé a šlašité, u okrajů jsou ztenčené a průsvitné. Z okrajů vychází *chordae tendinae*.

Endokardová vrstva je silnější na straně předsíní, kde se mohou nacházet i oblasti s buňkami hladké svaloviny. Na komorové straně je endokard slabší.

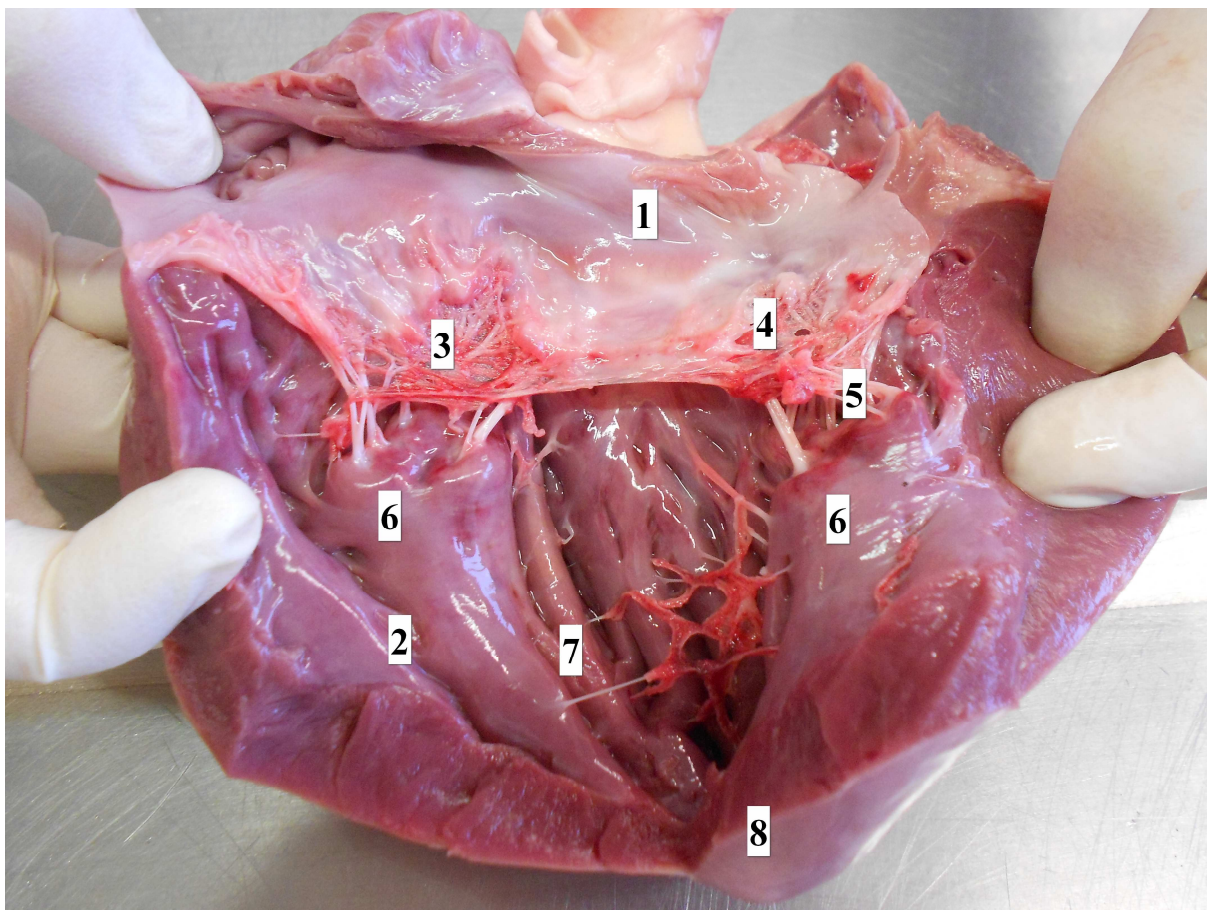
3.5.1.1 Chlopeň trojcípá (*valva tricuspidalis*)

Chlopeň oddělující pravou předsíň od pravé komory se nazývá trojcípá, protože má tři velké cípy – kaudální (*cuspis septalis*), kranio mediální (*cuspis angularis*) a laterální (*cuspis parietalis*). Jsou zde tři přidružené papilární svaly (Lurie et al., 2001). Největším z nich je *musculus papillaris magnus*. Jednotlivé cípy chlopně jsou zakotvené v srdečním skeletu a vnějším okrajem jsou mezi sebou spojené. Cípy atrioventrikulárních chlopní jsou na papilární svaly připojeny tak, že *chordae tendinae* od jednoho papilárního svalu probíhají ke dvěma sousedním cípům chlopně (König et Liebich, 2002).

3.5.1.2 Chlopeň dvojcípá (*valvula bicuspidalis*)

Mitrální chlopeň má se skládá ze dvou cípů, septálního (*cuspis septalis*) a parietálního (*cuspis parietalis*) (Boudoulas et al., 2000). Parietální také nástěnný cíp je úzký a rozšiřuje se nad atrioventrikulárním uzlíkem ve vtokové části komory. Je rozčleněn do tří segmentů, tvoří útvary podobné mušlím podél protáhlého volného okraje. Obvykle se tyto útvary netáhnou až k vazivovému prstenci srdečního skeletu, pokud ano jedná se většinou o patologii chlopně (Carpentier et al., 1995). Septální cíp je mnohem širší než parietální. Obsahuje třetinu obvodu prstence a má hladkou a drsnou plochu. Podle Silver et Silver (2001) je typickým znakem tohoto cípu vláknitá spojitost se dvěma cípy aortální chlopně.

Vyskytují se zde tři druhy šlašinek. Primární, které se upínají k volnému okraji drsné plochy obou cípů. Sekundární se připojují k ventrikulárnímu povrchu v oblasti drsné plochy a terciární se nachází jen v *cuspis parietalis*, tudíž se upínají přímo na stěnu komory (Lam et al., 1970). *Chordae tendinae* vychází ze dvou papilárních svalů (*musculus papillaris subauricularis* je mohutnější a leží více nalevo a *musculus papillaris subatrialis*, který leží více vpravo (Najbrt et al., 1982)) a upínají se do volných konců obou cípů. Tato chlopeň má dva hlavní úkoly, první je podle Ho (2002) zabránění zpětnému toku do atria během kontrakce komory a za druhý důležitý úkol považují Muresian et al. (2009) průchod krve z levé předsíně do levé komory během diastoly.



Obr. č. 6 Na obrázku je kompletně přestříhané *atrium sinistrum* (1) a *ventriculus sinister* (2) srdce prasete. Je viditelná anatomie a uspořádání *valvula bicuspidalis*, tvořenými *cuspidis septalis* (3) a *cuspidis parietalis* (4). K okrajům jsou připojeny zřetelné *chordae tendineae* (5), které začínají na *musculi papilares* (6). *Trabeculae carneae* (7) a *apex cordis* (8).

Zdroj: Veronika Hoskocová

3.5.2 Semilunární chlopně (poloměsíčné)

Poloměsíčné chlopně jsou umístěné ve spojení plicního kmene a aorty s pravou a levou komorou a brání zpětnému toku krve do komor během systoly (Tartaglia et Waugh, 2002). Vazivová ploténka tvořená navzájem překříženými vlákny vaziva je tenčí než u atrioventrikulárních chlopní a nenachází se zde části s buňkami hladké svaloviny (Čihák, 2004).

3.5.2.1 Chlopeň aortální (*valva aortae*)

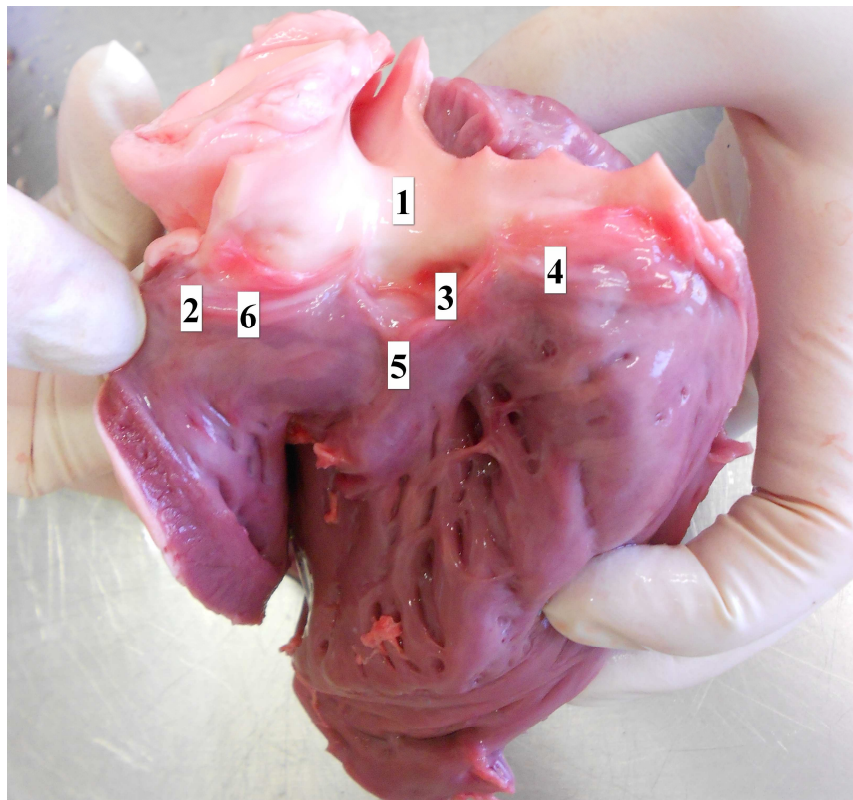
Aortální chlopeň uzavírá *ostium aortae* a je tvořena odstupy věnčitých tepen (Dominik et Žáček, 2009) a třemi kapsovitými výběžky – *valvula semilunaris septalis*, *valvula*

semilunaris dextra a *valvula semilunaris sinistra*. Uprostřed volných okrajů poloměsíčitých chlopní se nachází *noduli valvularum semilunarium*, kolem nich jsou zeslabené okraje *lunulae valvularum semilunarium* (Najbrt et al., 1982). Uzlík je zde kvůli dokonalému uzavírání chlopně (König et Liebich, 2002).

Poloměsíčité cípy chlopně jsou tenké a linie tvořená jejich úchyty na aortální stěně má tvar trojhroté koruny (Chen et al., 2009; Ho, 2011). Prstenec tedy netvoří kruh jako u atrioventrikulárních chlopní, ale je třikrát zprohýbán úpony kapes na stěnu (Čihák, 2004).

3.5.2.2 Chlopeň plicního kmene (*valva trunci pulmonalis*)

Pulmonální chlopeň kryje výtokovou část pravé komory. Její stavba je stejná jako stavba aortální chlopně, jen se zde nenachází výstupy věnčitých tepen (Dominik et Žáček., 2009). Tvoří jí tři kapsovitě poloměsíčité výběžky (*valvula semilunaris intermedia*, *valvula semilunaris dextra* a *valvula semilunaris sinistra*). Uprostřed každé valvuly je ztluštělé místo *nodus valvula trunci pulmonalis* (Červený, 1982). Cípy této chlopně jsou tenčí než u chlopně aortální v důsledku nižšího tlaku krve (Chen et al., 2009).



Obr. č. 7 Pohled na kompletně přestřižené *atrium dextrum* a *truncus pulmonaris* (1) srdce prasete. Je zřetelná anatomie a uspořádání *valvulae semilunaris trunci pulmonaris*, které jsou tvořené *valvula semilunaris dextra*, *trunci pulmonaris* (2), *valvula semilunaris sinistra trunci*

pulmonaris (3) a *valvula semilunaris intermedia trunci pulmonaris* (4). Jsou viditelné i obrysy *lunulae valvularum semilunarium trunci pulmonaris* (5), ale *noduli valvularum semilunarium trunci pulmonaris* (6) již nejsou jednoznačně viditelné.

Zdroj: Veronika Hoskovcová

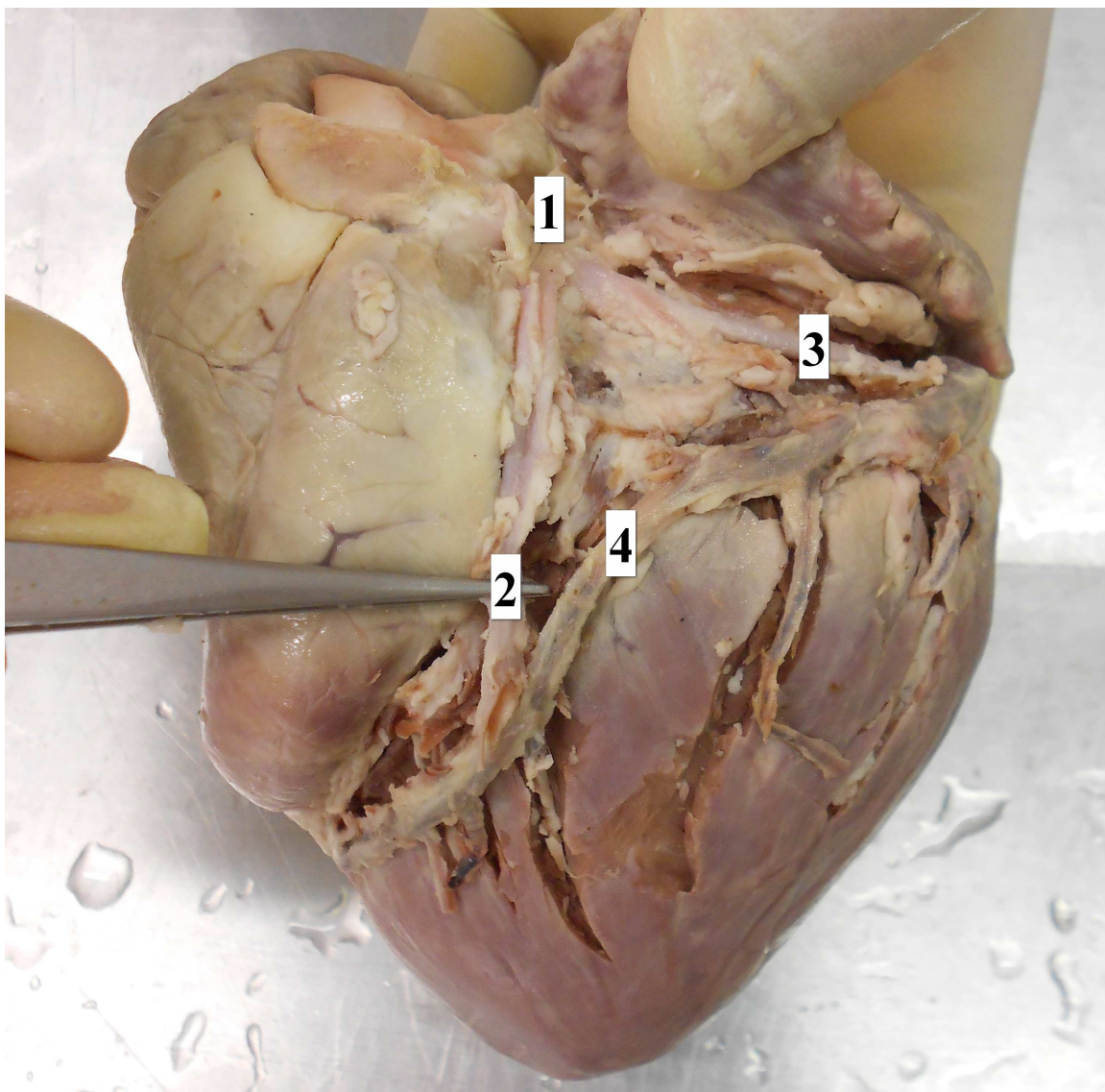
3.6 Koronární systém

3.6.1 Koronární tepny

Srdeční sval je bohatě zásoben krví, přijímá přibližně 15% objemu levé komory (Dyce et al., 2010). Má vlastní oběhový systém složený ze dvou hlavních koronárních tepen (Michaëlsson et Ho, 2000) pravé a levé (*arteria coronaria dextra et sinistra*), které vystupují z aortálního sinu na kořeni aorty za cípy chlopně. Tyto tepny probíhají přes vnější plochu srdce, než se rozvětví a zanořují se do myokardu (Ware, 2011), který zásobují krví. Velká část venozní krve z myokardu se vrací do pravé síně koronárními žilami, které ústí přímo do pravé síně pomocí koronárního sinu přiléhajícímu k otvoru zadní duté žíly (Frandsen et al., 2009).

Levá věnčitá tepna (*arteria coronaria sinistra*) bývá u zvířat větší. Vychází z aorty nad levým cípem aortální chlopně, prochází mezi levým srdečním ouškem a plicním kmenem (Ozgel et al., 2004). V *sulcus coronarius* se větví na *ramus circumflexum sinister* a *ramus interventricularis anterior*. *Ramus interventricularis anterior* je uložený v *sulcus interventricularis anterior* a odstupují z něj *rami septales*, které zásobují krví mezikomorové septum (Ozgel et Dursun, 2005) a ventrální stěny obou dvou komor. *Ramus circumflexum* leží v *sulcus coronarius* a přivádí krev do levé síně a dorsální stěny levé komory (Akers et Denbow, 2013).

Pravá věnčitá tepna (*arteria coronaria dextra*) odstupuje z aorty v úrovni pravého cípu aortální chlopně, prochází mezi plicním kmenem a pravým srdečním ouškem. Tato tepna je tvořena spojením *ramus interventricularis subsinuosus* a *ramus circumflexum dexter*. Je dokázáno, že není žádné spojení mezi *ramus circumflexum dextrum* a *ramus circumflexum sinistrum* (Ozgel et al., 2004). Vystupuje z ní silná větev *ramus septalis* vstupující do mezikomorového septa (Najbrt et al., 1982). Podle Akers et Denbow (2013) první tepna mezi komorami sahá až k srdečnímu hrotu a zásobuje krví zadní část komorové stěny, druhá tepna zasahuje na boční strany srdce na pravé straně.



Obr. č. 8 Na obrázku je zachyceno ústí *arteria coronaria cordis sin.* (1), která se dělí na dvě větve: *ramus interventricularis anterior* (2 + pinzeta) a *ramus circumflexus* (3). V *sulcus interventricularis anterior* je viditelná *vena cordis magna* (4).

Zdroj: Veronika Hoskocová

V rámci uspořádání koronárních tepen rozlišujeme dva typy krevního zásobení a to levostranný a pravostranný typ koronárního zásobení. Levostranný typ se vyznačuje tím, že *ramus interventricularis paraconalis* je konečnou větví *ramus circumflexus* levostranné koronární tepny. U pravostranného typu *arteria coronaria dextra* po odstupu *ramus interventricularis paraconalis* přechází ještě na zadní stěnu levé komory (Vobořil, 2008). Granov et al. (2013) upřesňují, že při levostranném typu zásobení je levá předsíň, všechny segmenty levé komory, mezikomorové septum částečně zadní stěna pravé komory vyživována větvemi levé koronární tepny. Při pravostranném typu zásobení je většina částí srdce (pravá

předsíň, pravá komora, mezikomorové septum, spodní a vrchní stěna levé komory, vrchní papilární svaly a částečně i apex) zásobena pravou koronární tepnou. Někdy se může vyskytnout i třetí typ zásobení a to vyvážený, kdy je srdce vyživováno oběma tepnami stejně.

3.6.2 Koronární žíly

Návrat žilní krve do srdce samotného se uskutečňuje pomocí koronárních žil, které se spojují do věnčitého splavu (*sinus coronarius*) vstupujícího do pravé síně (Akers et Denbow, 2013) otvorem *ostium sinus coronarii* pod *valvula venae cavae caudalis*. Nachází se v *sulcus coronarius* a ústí do něj *vena cordis magna* (sbírá krev z levé síně, levé i pravé komory), *vena azygos sinistra*, *vena cordis media* (shromažďují krev ze stěny levé a pravé komory) a *vena obliqua atrii sinistri*, která tvoří hranici mezi *sinus coronarius* a *vena cordis magna*. Další srdeční žíly jsou *venae cordis dextrae* sbírající krev z pravé komory a pravé síně, ústí přímo do pravé síně (Najbrt et al., 1982). Podle Iaizzo (2010) ústí drobné žilky *venae cordis minimae* malými otvory (*foramina venarum minimarum*) hlavně do pravé síně a pravé komory, na levé straně se nachází v podstatně menším množství.

3.7 Srdeční skelet

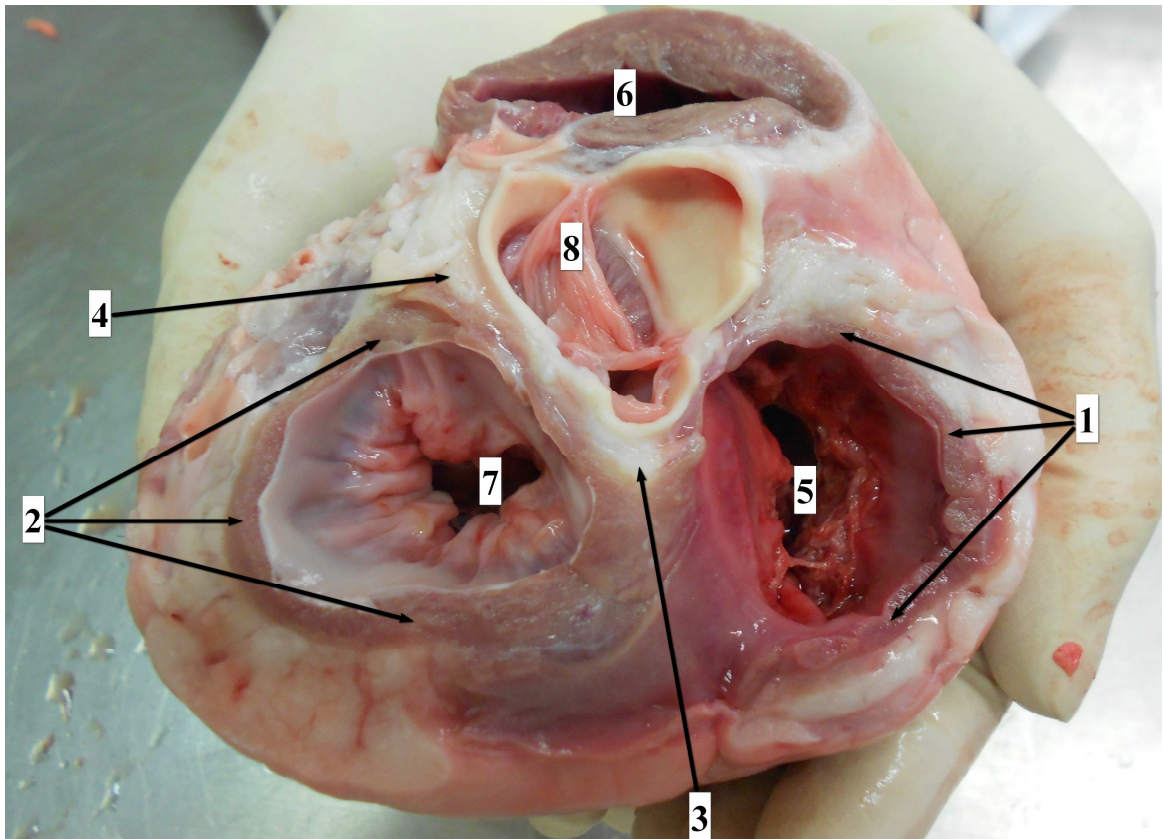
Úkolem srdečního skeletu je vytvořit oporný systém pro svalová vlákna srdečního svalu, vyztužit obvody otvorů a poskytnout opěrné body pro srdeční chlopně, které čelí vysokému tlaku během kontrakce srdce (Iaizzo, 2010). Jedná se o hlavní strukturu, která je zodpovědná za tvar srdce, chlopní a svalů nacházejících se v předsíních i komorách (Williams et al., 1989).

Srdeční skelet je podpůrný prostorový útvar z fibrozního vaziva. Nachází se v místech všech čtyřech srdečních chlopní a zahrnuje i jejich vzájemné spoje. Skládá se z několika částí, první z nich jsou vazivové prstence (*anuli fibrosi*) (Murphy et Lloyd, 2012).

Prstenec pravého atrioventrikulárního ústí s trojcípou chlopní (*anulus fibrosus dexter*) a prstenec levého atrioventrikulárního ústí s dvojcípou chlopní (*anulus fibrosus sinister*) jsou útvary, na které jsou připevněny cípy bikuspidální a trikuspidální chlopně. Prstence jsou mezi sebou spojené. Jedná se o prosté kruhy se silnějším okrajem u *trigonum fibrosum*, ztenčují se na protilehlou stranu (Čihák, 2004). V obvodu *ostium aortae* a *ostium trunci pulmonalis* se nachází další dva prstence – *anulus fibrosus aortae* a *anulus fibrosus trunci pulmonalis* (Červený, 1982). První jmenovaný je prstenec semilunárních chlopní aorty, druhý prstenec

semilunárních chlopní plicního kmene, opět jsou mezi sebou spojené. Oba prstence u chlopní jsou trojnásobně pohnuté podle úponu semilunárních chlopní na stěnu (Čihák, 2004). Všechny prstence jsou z fibrózního vaziva s velkým podílem kolagenních vláken, v menším množství se tu nachází i vlákna elastická. Obsahují také víc tukových buněk (Belák et al, 1990).

Srdeční skelet tvoří i trojúhelníkovitá vazivová místa *trigonum fibrosum dextrum*, která leží v centru srdečního skeletu mezi *anulus fibrosus dexter et sinister* a *anulus aorticus*, a *trigonum fibrosum sinistrum*, jenž je vsunuté zleva mezi *anulus fibrosus sinister* a *anulus aorticus* (Zhu, 2014). Trojúhelníkovitá místa z vaziva mají charakter chondroidní tkáně, která je roztroušená v podobě ostrůvků. Základem této tkáně je bazofilní hmota a kolagenní vlákna (Belák et al., 1990). Podle Iaizzo (2010) tvoří tato trojúhelníkovitá místa nejpevnější místa srdečního skeletu.



Obr. č. 9 Průřez přes bázi srdce s částí srdečního skeletu v podobě *anulus fibrosus dexter* (1), *anulus fibrosus sin.* (2), *trigonum fibrosum dextrum* (3) a *trigonum fibrosum sinistrum* (4). Dále je zachyceno *ostium atrioventriculare dextrum* (5), *ostium trunci pulmonaris* (6), *ostium atroventriculare sin.* (7) a *ostium aortae* (8).

Zdroj: Veronika Hoskovcová

Tyto prstence neleží podle studie Kopuz et al. (1995) ve stejné rovině, nachází se ve dvou rozdílných rovinách a schází se v interkomisurální linii. Čihák (2004) dodává, že prstence jsou navzájem nakloněné. Jednu rovinu zaujímají *anuli fibrosi dexter et sinister*, druhou, která je nakloněná dopředu a doprava, *anulus fibrosus aorticus* a třetí rovinu, která je nejvíce odkloněna dozadu a doleva zaujímá *anulus fibrosus trunci pulmonalis*.

Poslední částí je *pars membrana septi*, která je spojená se skeletem srdce, přesněji s *trigonum fibrosum dextrum*, kdy z jeho pravého okraje vystupuje dolů vazivo mezikomorového úseku vazivového septa a vazivo síňkomorového úseku dozadu vzhůru.

3.8 Porovnání jednotlivých srdcí

3.8.1 Srdce prasete

Ve většině literárních zdrojů se uvádí, že vepřové srdce je velmi podobné srdci lidskému (Lumb, 1966; Douglas, 1972; Hughes, 1986; Cooper et al. 1991; White et Wallwork, 1993). Avšak v několika věcech je odlišné, Crick et al. (1998) ve své studii zjistili, že se od lidského srdce liší například orientací, morfologií předsíní, počtem plicních žil a tloušťkou stěny levé komory, navíc má typický tvar valentýnského srdce. Ghoshal (1975) sděluje, že srdce prasete je má tupý apex, který je orientován mediálně. Tloušťka osrdečníku prasete je přibližně $0,20 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$ (Holt, 1970). Jeho fibrózní perikard se upíná na hrudní kost v úrovni 5. až 6. žebra prostřednictvím dvou silných vazů *ligamenta sternopericardiaca* (König et Liebich, 2002). Srdce prasete tvoří asi jen 0,2 – 0,4 % jeho celkové tělesné hmotnosti, což Dyce et al. (2010) uvádí jako jednu z příčin syndromu náhlého úmrtí, jež se běžně vyskytuje u prasat. Srdeční krajina je na stojícím zvířeti překryta tricipsem přední končetiny, může být ale zpřístupněna, pokud se končetina posune dopředu.

Podle Černého (2002) srdce navíc fixuje ještě *vena azygos sinistra* v některých případech i *vena azygos dextra*. 3/5 srdce se nachází na levé straně dutiny hrudníku, zbytek napravo. Srdce je uloženo mezi 3. – 6. žebrem mezi plícemi v *impressio cardiaca* a jeho poloha je více kolmá. Kraniální okraj následuje linii hrudní kosti a kaudální okraj je rovnoběžný se žebry. Apex je orientován k chrupavce 6. žebra, někdy jen k 5. žeburu.

Do *atrium sinistrum* se vlévají pouze dvě větší a několik velmi slabých plicních žil. Pravé srdeční ouško je větší než levé, které má trojúhelníkovitý tvar (Crick et al., 1998). Chlopně umístěné mezi síněmi a komorami mají malé přidatné cípy. Ze srdečního skeletu je zajímavá chrupavka ve tvaru trojúhelníku v místě *trigonium fibrosum dextrum*, která

s rostoucím věkem osifikuje. Oproti tomu *trigonium fibrosum sinistrum* je z vaziva (Červený, 1982). V *lamina fibrosa* u srdečních chlopní prasete se nachází chondroidní tkáň (Belák et al., 1990). V obou komorách je přítomna *trabecula septomarginalis* (Michaëlsson et Ho, 2000).

Z koronárního systému je třeba zdůraznit *ramus circumflexum*, který prochází v *sulcus coronarius*, kaudálně objímá koronární brázdu a končí blízko *sulcus interventricularis dexter*. Pravá koronární tepna probíhá kraniálně od báze srdce až k srdečnímu apexu (König et Liebich, 2002) skrze věnčitou brázdu. Do *sinus coronarius* se vlévá *vena cordis media*, *vena azygos sinistra*, 2 – 4 žíly, které odvádí krev ze stěny levé komory a *vena cordis magna*. *Venae cordis dextrae* jsou celkem čtyři, přitom tři z nich sbírají krev ze síňové plochy a tvoří jednotný kmen ústící do pravé předsně (Najbrt et al., 1982). Podle výzkumu Weaver et al. (1986) je u 80 % prasat *arteria coronaria dextra* dominantnější než levá koronární tepna, jen u jednoho jediného srdce z tohoto výzkumu byla prokázána dominance levé koronární tepny. Přestože je ve výše zmiňovaném výzkumu dominantní levá koronární tepna, podle Michaëlsson et Ho (2000) se u prasat vyskytuje oboustranné vyvážené koronární zásobení srdce, kdy je myokard zásoben vyváženě pravou i levou koronární tepnou. U prasat je vyvinuta velmi řídká kolaterální koronární síť (Weaver et al., 1986).

3.8.2 Srdce koně

Srdce koně tvoří nepravidelný a laterálně zploštělý kužel, apex stejně jako osa směřuje kaudovětrálně a doleva (Dyce et al., 2010), vrchol je zaoblený. Srdce je uloženo ve střední a ventrální třetině výšky dutiny hrudní, jeho 3/5 jsou umístěny vlevo. Báze sahá k 3. – 6. žebru, někdy už ke 2. žebru. Hrot se nachází u chrupavky 6. nebo 7. žebra a nedosahuje až na hrudní kost. Kraniální okraj jde podél předního okraje 3. žebra a následně se stáčí ventrálně a jde rovnoběžně a linií hrudní kosti. Kaudální okraj je kolmý od 6. žebra je sternu. Srdce je navíc fixováno pomocí *vena azygos dextra*. (Černý, 2002) a fibrózní část osrdečníku je připevněna pomocí *ligamentum sternopericardium* na hrudní kost (König et Liebich, 2002).

Velikost srdce je závislá na plemeni koně a jeho využití. U tažných koní se jeho hmotnost pohybuje okolo 0,6 % z celkové tělesné hmotnosti koně. U plnokrevníků jeho hmotnost dosahuje přibližně až 1 % jeho celkové tělesné hmotnosti (Budras et al., 2009). Podle Evans (2007), Kubo et al. (1974) a Marr et Bowen (2011) váží srdce plnokrevníků 4 – 5 kg, záleží ovšem na jejich tělesné zdatnosti. U trénovaných koní se je relativní hmotnost srdce o něco větší, asi 1,1 %, u koní netrénovaných se hmotnost pohybuje okolo 0,94 %, což

naznačuje, že trénink způsobuje hypertrofii srdečního svalu. Srdeční krajinu překrývá triceps méně než u skotu, ale více než u psa nebo kočky (Černý, 2002).

Kraniální okraj je silně zakřivený, jeho spodní část navazuje na dorsální plochu sternu. Kaudální hranice i přesto že je vlnitá, je více nebo méně ve svislé poloze (Dyce et al., 2010).

Do levé předsíně vstupuje 7 – 8 plicních žil na její pravé straně a kaudálně. Tato předsíň má srdeční ouško, které je špičatější než to na pravé straně a postrádá hřbet (Marr et Bowen, 2011), jeho volný okraj je obvykle rozbrázděný.

Srdce je kratší a při základně širší a má výrazný, zužující se apex. V *trigonum fibrosum sinistrum* a *trigonum fibrosum dextrum* je chrupavka (Červený, 1982). U starých koní se stejně jako u krav se podle Sturtz et Asprea (2012) vyskytují kostěné útvary zvané *os cordis*, které jsou připojené ke chlopním a podle názoru Colville et Bassert (2015) slouží jako jejich podpora.

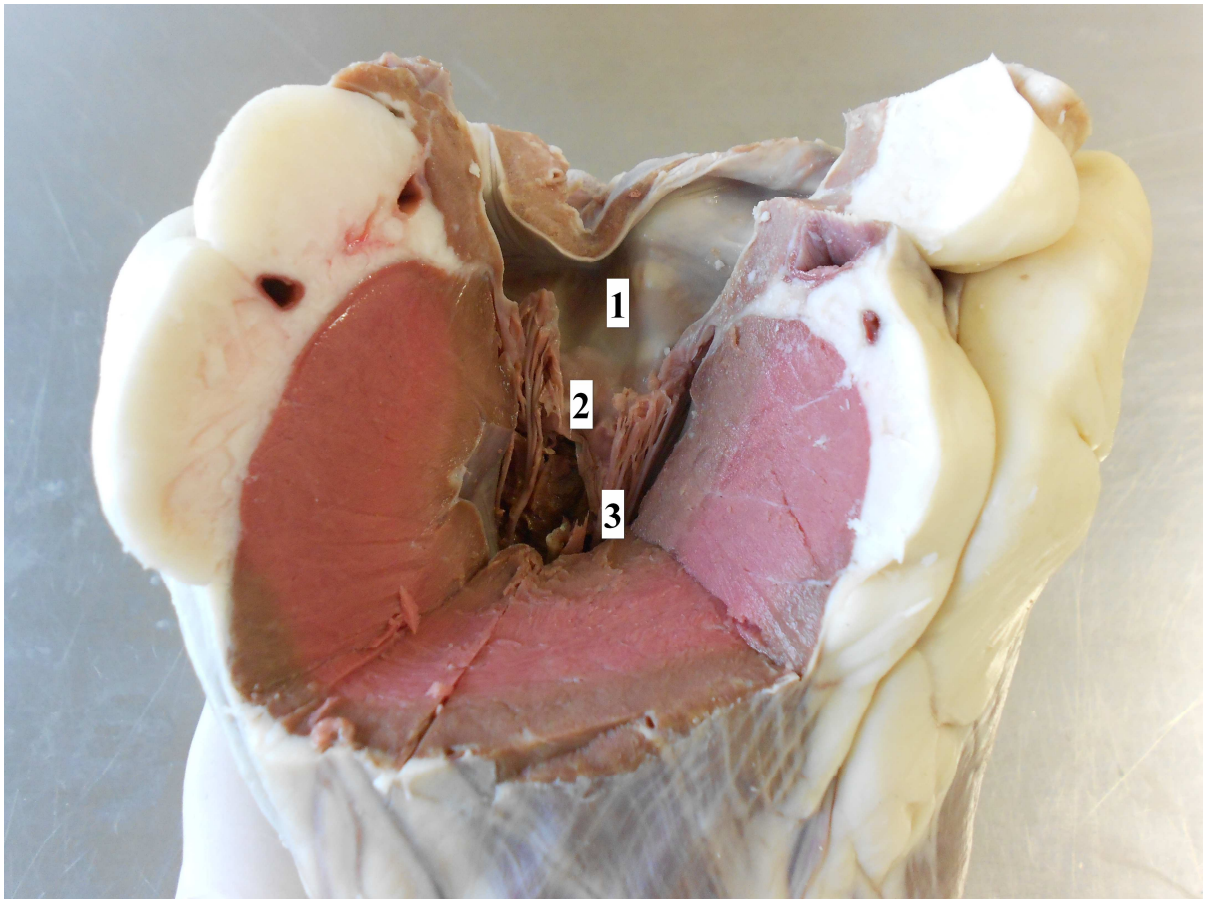
Množství tuku ve věnčité a mezikomorové brázdě se opět mění v závislosti na plemeni a využití koně. Malé množství tuku se nachází u vyšlechtěných jedinců. Tuk je žlutý a měkký. Levá koronární tepna se několik centimetrů od svého začátku dělí na *ramus circumflexum* probíhající věnčitým splavem a *ramus interventricularis paraconalis*, který jde skrze *sulcus interventricularis paraconalis* (Budras et al, 2009). *Arteria coronaria dextra* je celkem mohutná, prochází v *sulcus coronarius* nad pravou komorou i levou srdeční komorou. Ve stejné úrovni se *sulcus interventricularis subsinosis* z něj vychází *ramus interventricularis subsinosis*, který probíhá až k apexu. Do *sinus coronarius* se vlévají jen dvě žíly, *vena cordis magna* a *vena obliqua atrii sinistri*. Druhá zmiňovaná je mohutná a sbírá krev ze stěny levé síně (Najbrt et al., 1982). *Ramus interventricularis subsinosis* končí stejně jako u prasete až v srdečním hrotu (König et Liebich, 2002). U koně se tedy podle Ashdown et Done (2011) hovoří o pravostranném koronárním zásobení srdce.

3.8.3 Srdce skotu

Srdce skotu je ve srovnání s koňským podstatně menší. Váží mezi 0,4 až 0,5 % z celkové tělesné hmotnosti, což u krav znamená přibližně 2,4 kg u býků potom 2,6 kg (Budras et al., 2003). U krávy stejně jako u prasete je perikard fixován pomocí dvou silných vazů *ligamenta sternopericardica*, navíc je ještě fixováno prostřednictvím *vena azygos sinistra*. (Černý, 2002). U skotu je srdeční krajina překryta tricipsem nejvíce z uváděných zvířat, tudíž je nejméně přístupná při chirurgických zákrocích. Báze leží mezi 3. – 6. žebrem, apex je nasměrován k chrupavce 5. žebra kaudovětrálně a je od vnitřní plochy hrudní kosti vzdálen

jen několik málo centimetrů (2 – 3 cm), nikdy na ní nenaléhá. Kaudální okraj je lehce vydutý a jde podél linie bránice ve vzdálenosti 3 – 4 cm (König et Liebich, 2002). Díky tomuto anatomickému postavení dochází k tomu, že ostré kovové předměty (nejčastěji dráty) se při spolknutí hromadí v čepci. Při jeho kontrakcích mohou cizí tělesa proniknout přes přilehlou bránici až do perikardiálního vaku a způsobit infekci osrdečníku zvanou traumatická perikaditida (zabraňuje se jí magnetem, který se podává krávé ústy, zůstává v čepci a brání přesunu kovových těles ke stěně žaludku) (Frandsen et al., 2009).

Pro srdce skotu jsou typické zřetelné zubaté okraje srdečních oušek, přesahují základnu srdce, ale jsou menší než ty na koňském srdci. Drobný bílý strukturální tuk (lůj), který leží na povrchu srdce mezi velkými cévami a v koronárních rýhách, může tvořit až 24 % hmotnosti srdce (Budras et al., 2003), tuk je viditelný na obr. č. 10.



Obr. č. 10 Pohled do *atrium sinistrum* (2) a jen částečně odpreparovanou *ventriculus sinister* srdce krávy. Je viditelné *ostium interventriculare sin.* (2) a *chordae tendineae* (3) *valvula bicuspidalis*. Povšimněte si tloušťky stěny myokardu a množství tuku

Zdrj: Veronika Hoskovcová

Podle Cohrs (2013) se *foramen ovale* uzavírá u 50 % telat do 3 – 4 týdnů po narození, u 23 % do 1,5 roku. Ashdown et al. (2010) však sdělují, že *foramen ovale* se normálně uzavře ve věku 7 – 10 dní. Často zůstává otevřený, ale u skotu to nemá velký význam (Dyce et al., 2010).

Přes obě komory stejně jako u prasete prochází *trabecula septomarginalis*, který u skotu tvoří asi 15 mm silný provazec, obsahující vlákna převodního systému srdce ale i vlákna s kontraktilní složkou myokardu a nervová vlákna a cévy (Michaëlsson et Ho, 2000).

V srdečním skeletu skotu jsou nejzajímavější osifikované útvary, které jsou u *anulus fibrosus* aorty se a nazývají se *ossa cordis* (König et Liebich, 2002). Pravá z kostí (*os cordis dextrum*) je více vyvinutá a větší, připojuje se k *pars membrana septi* (Michaëlsson et Ho, 2000), má trojúhelníkovitý tvar a měří 3 – 6 cm. Je vložena do odstupeu septální semilunární chlopně aorty (Najbrt et al., 1982). Levá srdeční (*os cordis sinistrum*) kost je menší, dlouhá asi jen 2 cm a má také tvar trojúhelníku. Je oporou odstupeu levé aortální poloměsíčité chlopně (Budras et al., 2003).

Na povrchu srdce je zřetelný kromě parakoronárního a subsinosního žlabu ještě střední žlab (*sulcus intermedius*). Ten se nachází na levém komorovém okraji, ale nedosahuje srdečního vrcholu. Levá koronární tepna je podstatně větší, což znamená, že u skotu se jedná o levostranný typ zásobování srdce (stejně jako například u psa). Z levé koronární tepny vychází větev *ramus interventricularis paraconalis* procházející stejnojmennou brázdou a ještě *ramus circumflexum*, který se stáčí kolem kaudální plochy srdce ve věnčité brázdě, jde k *ramus interventricularis subsinosis* končícímu ve stejnojmenné brázdě (Budras et al., 2003) a končí stejně jako u kočky nebo psa až na apexu. Menší *arteria coronaria dextra* probíhá v *sulcus interventricularis dexter* mezi pravou předsíní a komorou (König et Liebich, 2002).

3.8.4 Srdce psa a kočky

Srdce kočky a psa je rozdílné už v osrdečnicku, kde je vytvořen navíc vaz spojující osrdečnick s bránicí (*ligamentum phrenicopericardium*), u psa je to jediný vaz, který fixuje osrdečnick (Getty, 1975; Michaëlsson et Ho, 2000), srdce ještě fixuje na dorsální straně *vena azygos dextra*. U velkých plemen psů je osrdečnick připevněn k hrudní kosti, protože sternoperikardiální spojení je považováno za více pohyblivé (Černý, 2000). Tloušťka osrdečnicku je asi 0,19 mm (Naimark et al., 1992) a množství perikardiální tekutiny činí přibližně 0,5 – 2,5 ml. (Holt, 1970). Psi mají srdce vloženo do *incisura cardiaca*, kterou tvoří

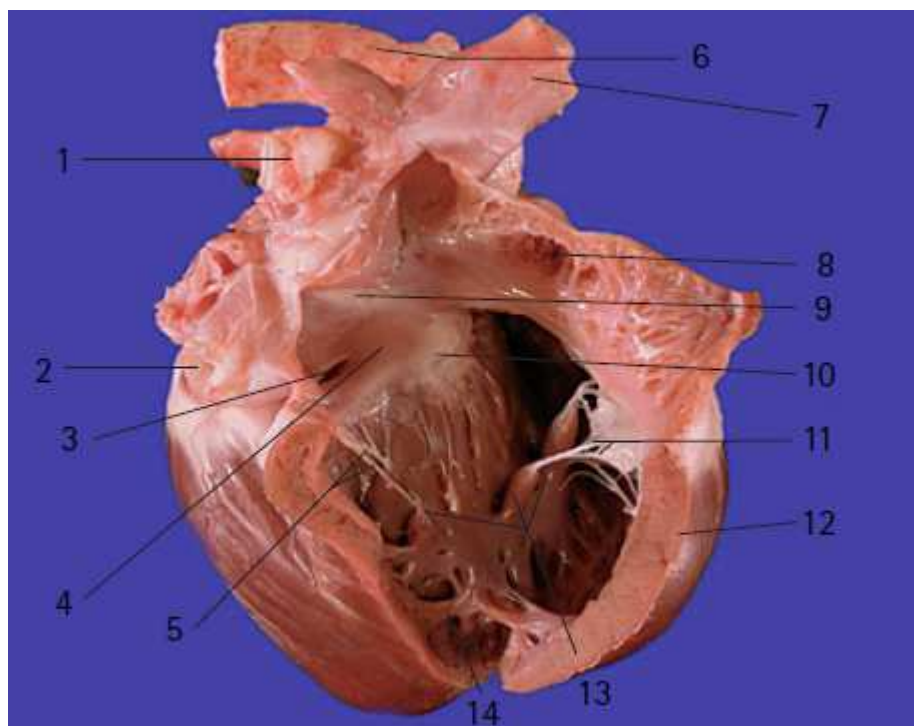
plíce tím, že se vsunují mezi srdeční stěnu a stěnu hrudníku, srdce je díky tomu dále od hrudní stěny. Té se dotýká pouze na levé straně. 4/7 srdce leží na levé straně a 3/7 leží na straně pravé. Je uloženo mezi 3. a 5. mezižeberním prostorem. Ve výjimečných případech zasahuje kaudálně až k 7. mezižebernímu prostoru. Tvar i velikost srdce je variabilní, záleží na plemeni. U psů s hlubokým hrudníkem je vysoké úzké a uložené svisle. Psi se sudovitým hrudníkem mají srdce téměř kulaté. Apex se nachází na levém a pravém 4. – 5. mezižeberním prostoru (Done et al. 2009), směřuje kaudovětrálně (nachází v blízkosti spojení bránice a hrudní kosti), báze pak kraniodorsálně. Obecně se však uvádí, že tvar psího srdce je ovoidní s tupým hrotem (Evans et de Lahunta, 2010). Kočičí srdce leží mezi třetím nebo čtvrtým žebrem a šestým nebo sedmým žebrem. (Evans, 1993).

Úhel mezi dlouhou osou srdce a hrudní kostí u psa je 45°, což dokazuje ležatou polohu srdce u šelem. Úhel mezi dlouhou osou srdce a sternem a prostorem mezi hrotem a bránicí se velmi liší. U plemen s hlubokým hrudníkem je tento úhel větší (Dyce et al., 2010). U kočky tvoří tento úhel jen 25 - 30°, takže srdce je uloženo více horizontálně než u psa, dlouhá osa srdce svírá se sternem ostřejší úhel, takže oblast styku s hrudní kostí je větší než u psů (Černý, 2002).

Podle studie Herrmann (1925) bylo zjištěno, u psů je poměr tělesné váhy vzhledem k hmotnosti srdce asi 8,10 g na 1 kg, u fen 7,92 g na 1 kg. Dále Schoning et al. (1995) sdělují, že hmotnost srdce tvoří asi 0,8 % celkové tělesné hmotnosti u psů a 0,7 % u fen.

Musculus biceps brachii vyplňuje úhel mezi pažní kostí a lopatkou čímž omezuje přístup k srdeční krajině, protože jí zakrývá, ale u psa a kočky je tato krajina nejlépe přístupná z výše zmiňovaných zvířat (Černý, 2002).

Foramen ovale se často uzavře několik týdnů po narození. Do levé předsíně vstupuje 5 - 6 plicních žil (Červený, 1982). Trojcípá chlopeč se skládá pouze ze dvou cípů, laterální (parietální) cíp je větší, mediální je menší a leží v blízkosti mezikomorového septa. Nachází se zde tři hlavní papilární svaly. U psa a kočky jsou typické spoje mezi *cuspis septalis* a *cuspis parietalis* u trojcípe chlopeč objevují se tedy jen dva cípy (Evans, 1993). Michaëlsson et Ho (2000) sdělují, že v obou komorách srdce u psa je přítomna *trabecula septomarginalis*. V levé komoře se u kočky popisují dva trámce *trabeculae septomarginales* probíhající od mezikomorové přepážky k papilárním svalům (Sturtz et Asprea, 2012).



Obr. č. 11 Srdce psa: 1 – *arteria pulmonalis dextra*, 2 – *vena cava caudalis*, 3 – *sinus coronarius*, 4 – oblast AV uzlíku, 5 – *chordae tendinae*, 6 – aorta, 7 – *vena cava cranialis*, 8 – *auricula dextra*, 9 – *septum interatriale*, 10 – septální cíp trojcípé chlopně, 11 – parietální cíp trojcípé chlopně, 12 – stěna pravé komory, 13 – *musculi papillares*, 14 – *trabeculae carneae*
Zdroj: Ware (2011)

Koronární zásobení srdce je levostranného typu, stejně jako u prasete. *Ramus circumflexum* vede před interventrikulární žlábek až k apexu srdce. *Arteria coronaria dextra* u psa na rozdíl od prasete končí už v úrovni *sulcus interventricularis dexter* (König et Liebich, 2002). *Sinus coronarius* je nevýrazný, jeho ústí může být překryto málo výraznou chlopní *valvula sinus coronarii*. Žíly ústící do *sinus coronarius* jsou *vena cordis media*, *vena obliqua atrii sinistri* a *vena cordis magna* (Moore, 1930). Z *ramus interventricularis paraconalis* vychází do *septum interventriculare* silná větev *ramus septalis*. *Arteria coronaria dextra* se nepodílí na zásobení krví mezikomorového septa. Nejvíce početné z *venae cordis dextrae* jsou *venae cordis minimae* v mezikomorovém septu pravé komory (Noestelthaller et al., 2007). Pes má oproti praseti vyvinutou rozsáhlou kolaterální koronární síť (Hearse, 2000; Kloner et al., 1975; Koke, 1978).

U kočky se nedochází během života k osifikaci srdečního skeletu, zůstává zachovaná v podobě chrupavčitých částí. *Trigonum fibrosum dextrum et sinistrum* psa obsahují chrupavky, u starých jedinců dochází k jejich kalcifikaci (Evans et de Lahunta, 2013).

4 Vlastní práce

Na KVD pod vedením pana Ing. Petera Makovického, Ph.D. mi bylo umožněno provést pitvu srdce. Pitvu jsme prováděla podle popisu Tank et Grant (2012) a Čiháka (2004) na vepřových a hovězích srdcích naložených ve formaldehydu.

4.1 Vyjmutí srdce z osrdečníku

Srdce musí být nejdříve odděleno od velkých cév a osrdečníku. V prvním kroku umístíme pomocné háčky skrze transversální *sinus transversus pericardii*. Za použití nůžek přestříháme vzestupnou aortu a plicní kmen přibližně 1,5 cm nad místem, kde vystupují ze srdce. Nůžkami odstříháme i přední dutou žílu ve výšce 1 cm nad jejím spojením se síní. Poté odstraníme i zadní dutou žílu a poslední zbývající plicní žíly, snažíme se je odstříhnout co nejbližší k perikardu. Nyní je srdce drženo pouze serózním částí osrdečníku, kterou rozstříháme a srdce vyjmeme. (Tank et Grant, 2012).

4.2 Pitva srdce

Pitva samotného srdce se provádí ve dvou krocích, nejdříve se zabýváme vnější znaky srdce, abychom se v srdci správně orientovali. V další části pitvy zkoumáme vnitřní srdeční znaky.

Nejdříve najdeme *sulcus coronarius*, který nám odděluje komory od síní. Dále *sulcus interventricularis anterior* a *sulcus interventricularis posterior* naznačující polohu mezikomorového septa, spojují se *sulcus coronarius* v pravém rohu.

V dalším kroku určíme srdeční plochy. Sternokostální plocha je tvořená hlavně pravou komorou, difragmatická plocha převážně levou komorou a z malé části pravou komorou. Levá plicní plocha formovaná levou komorou a pravá plicní plocha pravou předsíní. Najdeme srdeční ouška, podle kterých určíme srdeční předsíně a následně i pravou a levou předsíň a komoru. Jako poslední rozeznáváme srdeční cévy a jejich otvory. Jedná se tedy o aortu a její chlopeň, plicní kmen a jeho chlopeň a přední a zadní dutou žílu a plicní žíly (Tank et Grant, 2012).

Pokud jsme se v srdci zorientovali, můžeme postoupit ke zkoumání vnitřních struktur srdce, které musíme napřed otevřít. Při rozstříhávání nebo rozřezávání bereme ohled na vtokové ale i výtokové části komor. Z pravé strany začínáme řezat od pravé předsíně.

Rozřízneme nejprve pravý okraj stěny síně kaudoventrálně před dutými žilami a za výstupem pravého srdečního ouška. Pokračujeme přes *ostium atrioventriculare dextrum* do pravé komory a rozřízneme pravý okraj srdce v jeho ostré hraniční linii (*margo acutus*) (Vokurka et Hugo, 2004) až k *apexu cordis*, tím se otevře celá vtoková část pravé komory. Od hrotu pokračujeme po přední stěně vedle komorové přepážky až k plicnímu kmeni. Ten podélně rozstříhneme a otevřeme výtokovou část komory.

Na straně levé začínáme v levé síni, tu rozřízneme kraniokaudálně za odstupem ouška na levém okraji. Řežeme dále do komory přes *ostium atrioventriculare sinistrum* až ke hrotu opět přes hraniční linii (*margo obtusus*), čímž se otevírá vtoková část levé komory. Pokračujeme vlevo vedle komorové přepážky za plicní kmen, kde vstupujeme do aorty a otevřeme výtokovou část levé komory (Čihák, 2004).



Obr. č. 12 Postup pitvy srdce s jedním podélným průřezem přes levou síň – levou komoru a na druhé straně přes pravou síň a pravou komoru.

Zdroj: Veronika Hoskovcová

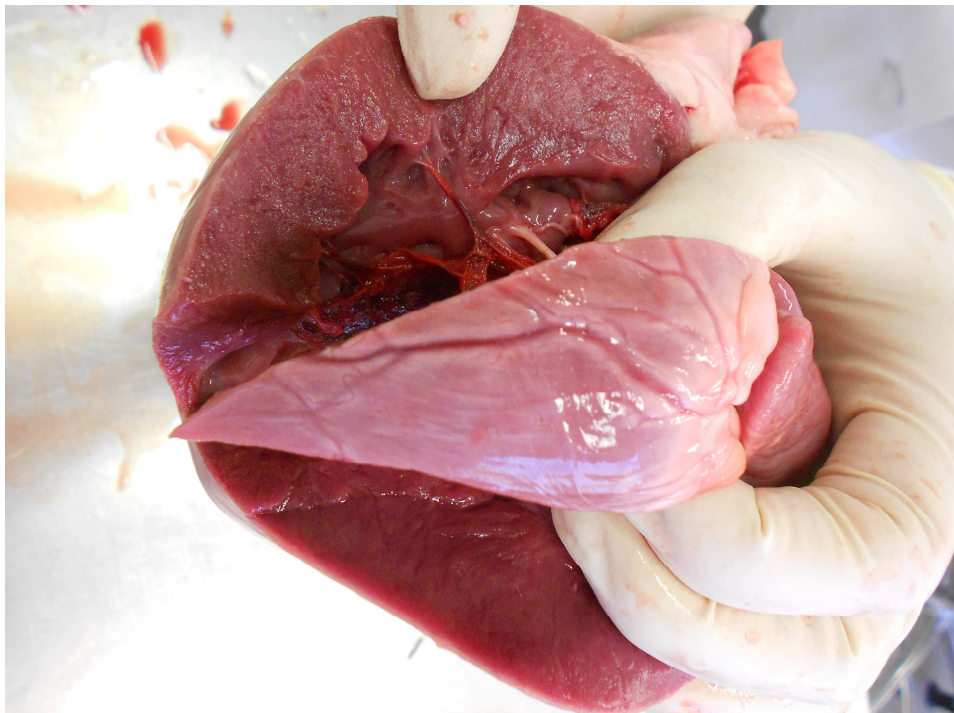
Další možností je rozříznout srdce na cípy.



Obr. č. 13

Zdroj: Veronika Hoskovcová

Po přeříznutí pravé síně – pravé komory nožem zavedeme nůžky do *truncus pulmonalis* a ve směru proti proudu toku krve vedeme řez kolmo až ke spoji předešlého řezu až na *apex cordis*. Po přestříhnutí vzniká cíp.



Obr. č. 14 Po obnažení pravé síně a pravé komory vzniká druhý cíp. Následně prokrajujeme myokard.

5 Závěr

Srdce je orgán, bez kterého by nedocházelo k výměně plynů v organismu. Je tedy pro jeho fungování nepostradatelné. Všichni savci mají sice čtyřkomorové srdce, avšak při jejich komparaci se mezi nimi ukázaly určité rozdíly, přestože jejich funkce je stejná.

Velikost srdce je ovlivněna plemenem a fyzickou kondicí jedinců. U prasat tvoří průměrná váha 0,2 – 0,4 % jeho tělesné hmotnosti, u koní přibližně 0,6 %, u skotu asi 0,5% a u kočky a psa 0,7 %. Jeho uložení je u savců také různé, například u skotu je uloženo blízko čepce, takže chovatelé by měli zajistit, aby nedošlo ke zranění srdce při pozření ostrých předmětů například vložením magnetu do čepce. Odlišují se i počtem plicních žil ústících do levé předsíně. U prasete se sem vlévají pouze dvě velké žíly a několik malých, u koně 7 – 8, u psa a kočky jich je 5 – 6. Pes má ještě jednu zvláštnost, jeho trojcípá chlopeň je složená jen ze dvou cípů, u prasete mají atrioventrikulární chlopně přídatné cípy. Dalším rozdílem je typ koronárního zásobení srdečního svalu, který závisí na tom, které části srdce jsou krvené pravou a které levou koronární tepnou. Existuje tedy pravostranný (kůň), levostranný (skot, pes a kočka) a vyvážený nebo oboustranný (prase) typ koronárního zásobení myokardu. Srdeční skelet u některých zvířat osifikuje, u skotu vytváří levou a pravou srdeční kost. Kostěné útvary v srdci se vyskytují i u starých koní.

6 Seznam literatury

- Akers, R. M., Denbow, D. M. 2013. *Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. 2nd ed. Wiley-Blackwell. Ames. p. 671. ISBN: 9781118356388.
- Al-Saady, N. M., Obel, O. A., Camm, A. J. 1999. Left atrial appendage: structure, function, and role in thromboembolism. *Heart*. 82 (5). 547-554.
- Anderson, R. H., Loukas, M. 2009. The Importance of Attitudinally Appropriate Description of Cardiac Anatomy. *Clinical Anatomy*. 22 (1). 47-51.
- Anderson, W. D., Anderson, B. G. 1994. *Atlas of Canine Anatomy*. Lea & Febiger. Philadelphia. p. 1230. ISBN: 9780812115352.
- Ashdown, R. R., Done, S. H. 2011. *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 2, The Horse*. Elsevier. London. p. 368. ISBN: 9780723437062.
- Ashdown, R. R., Done, S. H., Barnett, S. W. 2010. *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 1, The Ruminants*. Elsevier. Philadelphia. p. 272. ISBN: 9780723437444.
- Ashihara, T., Namba, T., Yao, T., Ozawa, T., Kawase A., Ikeda T., Nakazawa, K., Ito, M. 2003. Vortex cordis as a mechanism of postshock activation: arrhythmia induction study using a bidomain model. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 14 (3). 295-302.
- Aspinall, V., Cappello, M. 2009. *Introduction to Veterinary and Physiology Textbook*. 2nd ed. Elsevier. Oxford. p. 252. ISBN: 9780702029387.
- Belák, M., Mareta, M., Zibrín, M., Cigánková, V., Horáková, A. 1990. *Veterinárna histológia. Príroda*. Bratislava. 498 s. ISBN: 80077002499.
- Berne, R. M., Levy, M. N. 2001. *Cardiovascular Physiology*. Mosby. Maryland Heights. p. 312. ISBN: 9780323011273.
- Budras, K. D., Robert, E. H., Wünsche, A. 2003. *Bovine Anatomy, An Illustrated Text*. Schlütersche. Hannover. p. 138. ISBN: 3899930002.
- Budras, K. D., Sack, W. O., Röck, S. 2009. *Anatomy of the Horse*. 5th revised ed. Schlütersche. Hannover. p. 208. ISBN: 9783899930443.
- Boudoulas H, Wooley CF, Angelini A, Ho SY, Thiene G, Anderson RH. 2000. Anatomy of the mitral valve. In: Boudoulas, H., Wooley, C. F. (eds.). *Mitral Valve: Floppy Mitral Valve, Mitral Valve Prolapse, Mitral Valve Regurgitation*. 2nd ed. Futura Publishing Company. New York. p. 5-29. ISBN: 9780879934484.

- Carpentier, A. F., Lessana, A., Relland, J. Y. M., Belli, E., Mihaileanu, S., Berrebi, A. J., Palsky, E., Loulmet, D. F. 1995. The "Physio-Ring": an advanced concept in mitral valve annuloplasty. *The Annals of Thoracic Surgery*. 60 (5). 1177-1186.
- Chen, J. J., Manning, M. A., Frazier, A. A., Jeudy, J., White, C. S. 2009. CT Angiography of the Cardiac Valves: Normal, Diseased, and Postoperative Appearances. *Radiographics*. 29 (5). 1393-1412.
- Cohrs, P. 2013. *Textbook of Special Pathological Anatomy of Domestic Animals*. Elsevier. St. Louis. p. 1034. ISBN: 9781483282794.
- Colville, T. P., Bassert J. M. 2015. *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians*. 3rd ed. Elsevier. St. Louis. p. 656. ISBN: 9780323356206.
- Cooper, D. K. C., Ye, Y., Rolf, L. L., Zuhdi, N. 1991. The pig as potential organ donor for man. In: Cooper, D. K. C., Kemp, E., Reemtsma, K., White, D. J. G. (eds.). *Xenotransplantation: The Transplantation of Organs and Tissues Between Species*. Springer. Berlin. p. 480-500.
- 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. *Journal of Anatomy*. 193. 105–119
- Cuéllar, H., Roque, A., Pineda, V., Rodríguez, J. 2013. Cardiac computed tomography for valve disease. *Radiología (English Edition)*. 55 (1). 24-36.
- Czum, J. M., Silas, A. M., Althoen, M. C. 2014. Evaluation of the Pericardium with CT and MR. *ISRN Cardiology*. 2014. 174908.
- Čihák, R. 2004. *Anatomie 3*. 2. vydání. Grada Publishing. Praha. 692 s. ISBN: 9788024711324.
- Černý, H. 2002. *Veterinární anatomie pro studium a praxi*. Noviko. Brno. 528 s. ISBN: 8086542017.
- Červený, Č. 1982. *Cor et pericardium*. In: Najbrt, R., Bednář, K., Červený, Č., Kaman, J., Mikyska, E., Štarha, O. (eds.). *Veterinární anatomie 2*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 109-121. ISBN: neuvedeno.
- Červený, Č., Dvorský, P., Postníková, V., Komárek, V., Štěrbá, O. 1999. *Koldův atlas veterinární anatomie*. Grada Publishing. Praha. 701 s. ISBN: 8071693529.
- Davis, C. A., Rembert, J. C., Greenfield, J. C. 1990. Compliance of Left Atrium with and without Left Atrium Appendage. *American Journal of Physiology*. 259 (4). 1006-1008.
- Di Biase, L., Burkhardt, J. D., Mohanty, P., Sanchez, J., Mohanty, S., Horton, R., Gallinghouse, G. J., Bailey, S. M., Zagrodzky, J. D., Santangeli, P., Hao, S., Hongo, R., Beheiry, S., Themistoclakis, S., Bonso, A., Rossillo, A., Corrado, A., Raviele, A., Al-Ahmad, A., Wang, P., Cummings, J. E.,

- Schweikert, R. A., Pelargonio, G., Russo, A. D., Casella, M., Santarelli, P., Lewis, W. R., Natale, A. 2010. Left Atrial Appendage an Underrecognized Trigger Site of Atrial Fibrillation. *Circulation*. 122 (2). 109-126.
- Dominik, J., Žáček, P. 2009. *Chirurgie srdečních chlopní (...nejen pro kardiochirurgy)*. Grada Publishing, Praha. 368 s. ISBN: 9788024763866.
- Done, S. H., Goody, P. C., Evans, S. A., Stickland, N. C. 2009. *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 3, The Dog and Cat*. 2nd ed. Elsevier. London. p. 540. ISBN: 9780723435792.
- Douglas, W. R. 1972. Of pigs and men and research: a review of applications and analogies of the pig *Sus scrofa*, in human medical research. *Space Life Sciences*. 3. 226-234.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., Wensing, C. J. G. 2010. *Textbook of Veterinary Anatomy*. 4th ed. Saunders Elsevier. St. Louis. p. 864. ISBN: 9781416066071.
- Dylevský, I. 2000. *Somatologie*. Epava. Olomouc. 480 s. ISBN: 8086297055.
- Esposito, C., Romeo, C. 1999. Surgical Anatomy of the Mediastinum. *Seminars in Pediatric Surgery*. 8 (2). 50-53.
- Evans, D. L. 2007. Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine Veterinary Journal*. 39 (4). 373-383.
- Evans, H. E. 1993. *Miller's Anatomy of the Dog*. 4th ed. Elsevier. St. Louis. p. 1130. ISBN: 9780721632001.
- Evans, H. E., de Lahunta, A. 2010. *Guide to the Dissection of the Dog*. 7th ed. Elsevier. St. Louis. p. 320. ISBN: 9781437702460.
- Evans, H. E., de Lahunta, A. 2013. *Miller's Anatomy of the Dog*. Elsevier. St. Louis. p. 872. ISBN: 9780323266239.
- Filipoiu, F. M. 2014. *Atlas of Heart Anatomy and Development*. Springer London. London. p. 257. ISBN: 9781447153825.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., Fails, A. D. 2009. *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. 7th ed. Wiley-Blackwell. Ames. p. 528. ISBN: 9781118686010.
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Schuenke, M., Schulte, E. 2012. *Atlas of Anatomy*. 2nd ed. Thieme. New York. p. 694. ISBN: 9781604067453.

- Gittenberger-de Groot, A. C., Winter, E. M., Bartelings, M. M., Jose Goumans, M., DeRuiter, M. C., Poelmann, R. E. 2012. The arterial and cardiac epicardium in development, disease and repair. *Differentiation*. 84 (1). 41-53.
- Grant, C., Bunnell, I. L., Greene, D. G. 1964. The reservoir function of the left atrium during ventricular systole: An angiocardigraphic study of atrial stroke volume and work. *American Journal of Medicine*. 37 (1). 36-43.
- Getty, R. 1975. General heart and blood vessels In: Getty, R. (ed.). *Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. 5th ed. Saunders. Philadelphia. p. 164–175. ISBN: 9780721641027.
- Ghoshal, N. G. 1975. Ruminant, porcine, carnivore: heart and arteries. In: Getty, R. (ed.). *Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals*. 5th ed. Saunders. Philadelphia. pp. 960–1023, 1306–1342, 1594–1651. ISBN: 9780721641027.
- Granov, A., Tiutin, L., Schwarz, T. 2013. *Positron Emission Tomography*. Springer Science & Business Media. Lodon. p. 399. ISBN: 9783642211201.
- Grant, C., Bunnell, J. L., Green, D. G. 1964. The reservoir function of the left atrium during ventricular systole. *American Journal of Medicine*. 37. 36-43.
- Gvozdják, J., Gvozdjaková, A. 1980. *Srdcový sval*. Osveta. Martin. 330 s. ISBN: neuvedeno.
- Hall, J. J. E., Guyton, A. C. 2011. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 12th ed. Elsevier. p. 1120. ISBN: 9781416045748.
- HAMPL, A. 1984. Srdce. In: Stehlík, V., Kudrna, K., Pošík, M. (eds.). *Naučný slovník zemědělský 10, S-Š*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 24-27. ISBN: neuvedeno.
- Hearse, D. J. 2000. Species variation in the coronary collateral circulating during regional myocardial ischaemia: a critical determinant of the rate of evolution and extent of myocardial infarction. *Cardiovascular Research*. 45 (1). 215–219.
- Herrmann, G. R. 1925. Experimental heart disease, I. Methods of dividing hearts, with sectional and proportional weights and ratios for two hundred normal dogs' hearts. *American Heart Journal*. 1. 213-231.
- Hildreth, V., Anderson, R. H., Henderson, D. J. 2009. Autonomic Innervation of the Developing Heart: Origins and Function. *Clinical Anatomy*. 22 (1). 36-46.
- Ho, S. Y. 2002. Anatomy of mitral valve. *Heart*. 88. 5-10.

- Ho, S. Y. 2011. Structure and anatomy of the aortic root. *European Journal of Echocardiography*. 12 (10). 40-40.
- Holt, J. P. 1970. The normal pericardium. *American Journal of Cardiology*. 26. 455–465.
- Hughes, H. C. 1986. Swine in cardiovascular research. *Laboratory Animal Science*. 36. 348-350.
- Iaizzo, P. A. 2010. *Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices*. 2nd ed. Springer London. London. p. 700. ISBN: 9781603273725.
- James, T. N. 1985. Anatomy of the crista supraventricularis: Its importance for understanding right ventricular function, right ventricular infarction and related conditions. *Journal of the American College of Cardiology*. 6 (5). 1083-1095.
- Kent, G. C., Carr, R. K. 2001. *Comparative Anatomy of the Vertebrates*. 9th ed. McGraw Hill. Boston. p. 524. ISBN: 9780073038698.
- Kloner, R. A., Ganote, C. E., Reimer, K. A., Jennings, R. B. 1975. Distribution of coronary arterial flow in acute myocardial ischemia. *Archives of Pathology*. 99 (2). 86–94.
- Koke, J. R., Bittar, N. 1978. Functional role of collateral flow in the ischaemic dog heart. *Cardiovascular Research*. 12. 309–315.
- Komárek, V., Sova, Z., Bukvaj, J., Hampl, A., Král, A., Kresan, J. 1971. *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2. vydání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 387 s. ISBN: neuvedeno.
- Kopuz, C., Erk, K., Baris, Y. S., Onderoglu, S., Sinav, A. 1995. Morphometry of the Fibrous Ring of the Mitral-Valve. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 177 (2). 151-154.
- Kosiński, A., Nowiński, J., Kozłowski, D., Piwko, G., Kuta, W., Grzybiak, M. 2007. The crista supraventricularis in the human heart and its role in the morphogenesis of the septomarginal trabecula. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 189 (5). 447-456.
- Krüse, J. J., Zurcher, C., Strootman, E. G., Schlagwen, N., Leer, J. W., Wondergem, J. 2001. Structural changes in the auricles of the rat heart after local ionizing irradiation. *Radiotherapy and Oncology*. 58 (3). 303-311.
- Kubo, K., Senta, T., Osamu, S. 1974. Relationship between training and heart in the Thoroughbred racehorse. *Experimental Reports of Equine Health Laboratory*. 11. 87-93.
- König, H. E., Liebich, H. G. 2002. *Anatomie domácích savců 2*. Hajko a Hajková. Bratislava. 436 s. ISBN: 8088700574.

- Lam, J. H., Ranganathan, N., Wigle, E. D., Silver, M. D. 1970. Morphology of the human mitral valve. I. *Chordae tendineae*: a new classification. *Circulation*. 41 (3). 449-458.
- Lannigan, R. A., Zaki, S. A. 1966. Ultrastructure of the normal atrial endocardium. *Heart*. 28 (6). 785-795.
- Liu, S. K. 1992. Histopathologic study of the conduction system. In: Tilley, L. P. (ed.). *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography*. 3rd ed. Lea & Febiger. Philadelphia. p. 267–273. ISBN: 9780812114430.
- Lumb, G. D. 1966. Experimentally induced cardiac failure in swine: pathological changes. In: Bustad, L. K., McClellan, R. O. (eds.). *Swine in Biomedical Research*. Batelle Memorial Institute. Washington. p. 389-403. ISBN: neuvedeno.
- Lurie, K. G., Voelckel, W. G., Zielinski, T., McKnite, S., Lindstrom, P., Peterson, C., Wenzel, V., Lindner, K. H., Samniah, N., Benditt, D. 2001. Improving standard cardiopulmonary resuscitation with an inspiratory impedance threshold valve in a porcine model of cardiac arrest. *Anesthesia and Analgesia*. 93 (3). 649-655.
- Lüllmann-Rauch, R. 2012. *Histologie*. Grada Publishing. Praha. 567 s. ISBN: 9788024737294.
- Mahadevan, V. 2015. *Anatomy of the heart. Surgery*. Oxford. 33 (2). 47-51.
- Marr, C., Bowen, M. 2011. *Cardiology of the horse*. 2nd ed. Elsevier. London. p. 320. ISBN: 9780702050930.
- Martínek, Z. 2008. *Histologický atlas*. Grada Publishing. Praha. 134 s. ISBN: 9788024723938.
- Marvan, F., Hampl, A., Hložánková, E., Kresan, J., Massanyi, L., Vernerová, E. 2011. *Morfologie hospodářských zvířat*. 5. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 303 s. ISBN: 9788021321885.
- Michaëlsson, M., Ho, S. Y. 2000. *Congenital Heart Malformations in Mammals - An Illustrated Text*. Imperial College Press. London. p. 164. ISBN: 1860941583.
- Moore, R. A. 1930. The coronary arteries of the dog. *American Heart Journal*. 5. 743-749.
- Muresian, H. 2009. The clinical anatomy of the mitral valve. *Clinical Anatomy*. 22 (1). 85-98.
- Murphy, J. G., Lloyd, M. A. 2012. *Mayo Clinic Cardiology: Concise Textbook*. 4th ed. Mayo Clinic Scientific Press. New York. p. 1091. ISBN: 9780199915712.

- Männer, J., Ruiz-Lozano, P. 2007. Development and Function of the Epicardium. In: Rolf, B. (ed.). *Advances in Developmental Biology*. Elsevier. Amsterdam. p. 333-357. ISBN: 9780444530141.
- Naimark, W. A., Lee, J. M., Limeback, H., Cheung, D. T. 1992. Correlation of structure and viscoelastic properties in the pericardia of four mammalian species. *American Journal of Physiology*. 263. 1095–1106.
- Najbrt, R., Bednář, K., Červený, Č., Kaman, J., Mikyska, E., Štarha, O. 1982. *Veterinární anatomie 2*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 596 s. ISBN: neuvedeno.
- Noestelthaller, A., Probst, A., König, H. E. 2007. Branching patterns of the left main coronary artery in the dog demonstrated by the use of corrosion casting technique. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 36 (1). 33-37.
- Ozgel, O., Dursun, N. 2005. The arterial vascularization of septum interventriculare in donkeys (*Equus asinus l.*). *Anatomia Histologia Embryologia*. 34 (2). 80-84.
- Ozgel, O., Haligur, A., Dursun, N., Karakurum, E. 2004. The Macroanatomy of Coronary Arteries in Donkeys (*Equus asinus L.*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 33. 278-283.
- Reece, W. O. 2009. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. 4th ed. John Wiley & Sons. Ames. p. 577: ISBN: 9780813814513.
- Roberts, W. C., Perloff, J. K. 1972. A clinicopathologic survey of the conditions causing the mitral valve to function abnormally. *Annals of Internal Medicine*. 77. 939–75.
- Schaller, O., Constantinescu, G. M. 2007. *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. 2nd ed. Enke. Stuttgart. p. 614. ISBN: 9783830410690.
- Schoning, P., Erickson, H., Milliken, G. A. 1995. Body weight, heart weight, and heart to body weight ratio in greyhounds. *American Journal of Veterinary Research*. 56 (4). 420-422.
- Silver, M. M., Silver M. D. 2001. Examination of the Heart and of Cardiovascular Specimens in Surgical Pathology. In: Silver, M. D., Gotlieb, A. I., Schoen, F. R. (eds.). *Cardiovascular pathology*. 3rd ed. Churchill Livingstone Publishers. New York. p. 1-29. ISBN: 9781447124078.
- Sova, Z. 1971. Srdce. In: Komárek, V., Sova, Z., Bukvaj, J., Hampl, A., Král, A., Kresan, J. (eds.). *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2. vydání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 51-55. ISBN: neuvedeno.
- Stephenson, R. B. 1997. The heart as a pump. In: Bradley G. K. (ed.). *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. 2nd ed. Saunders. Philadelphia. p. 180–197. ISBN: neuvedeno.

- Sturtz, R., Asprea, L. 2012. *Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians and Nurses*. Wiley-Blackwell. Ames. p. 149. ISBN: 9780813822648.
- Su, P., McCarthy, K. P., Ho, S. Y. 2008. Occluding the left atrial appendage: anatomical considerations. *Heart*. 94 (9). 1166-1170.
- Subramaniam, B., Riley, M. F., Panzica, P. J., Manning, W. J. 2006. Transesophageal echocardiographic assessment of right atrial appendage anatomy and function: Comparison with the left atrial appendage and implications for local thrombus formation. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 19 (4). 429-433.
- Tank, P. W., Grant, J. C. B. 2012. *Grant's Dissector*. 15th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. p. 288. ISBN: 9781609136062.
- Tartaglia, L., Waugh A. 2002. *Veterinary Physiology and Applied Anatomy: A textbook for veterinary nurses and technicians*. Elsevier. Philadelphia. p. 209. ISBN: 9780750648028.
- Verkerk, A. O., van Ginneken, A. C. G., Wilders, R. 2009. Pacemaker activity of the human sinoatrial node: Role of the hyperpolarization-activated current, *I_f*. *International Journal of Cardiology*. 132 (3). 318-336.
- Vobořil, R. 2008. *Tepenné variety a anomálie u člověka*. Grada Publishing. Praha. 88 s. ISBN: 9788024724638.
- Vokurka, M., Hugo, J. *Praktický slovník medicíny*. 7. vydání. Maxdorf. Praha. 490 s. ISBN: 8073450097.
- Wang, Y., Di Biase, L., Horton, R. P., Nguyen, T., Morhanty, P., Natale, A. 2010. Left Atrial Appendage Studied by Computed Tomography to Help Planning for Appendage Closure Device Placement. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 21 (9). 973-982.
- Ware, W. A. 2011. *Cardiovascular Disease in Small Animal Medicine*. Manson Publishing. Ames. p. 396. ISBN: 9781840761535.
- Weaver, M. E., Pantely, G. A., Bristow, J. D., Ladley, H. D. 1986. A quantitative study of the anatomy and distribution of coronary arteries in swine in comparison with other animals and man. *Cardiovascular Research*. 20. 907-917.
- Wenzel, V., Lindner, K. H., Prengel, A. W., Strohmenger, H. U. 2000. Effect of phased chest and abdominal compression-decompression cardiopulmonary resuscitation on myocardial and cerebral blood flow in pigs. *Critical Care Medicine*. 28 (4). 1107-1112.

Whitaker, R. H. 2014. Anatomy of the heart. *Medicine*. 42 (8). 406-408.

White, D., Wallwork, J. 1993. Xenografting: probability, possibility, or pipe-dream? *Lancet*. 342 (8876). 879-880.

Williams, P., Warwick, R. 1989. *Gray's anatomy*. 37th ed. Churchill-Livingstone. London. p. 1598. ISBN: 9780443025884.

Zhu, X. 2014. *Surgical Atlas of Cardiac Anatomy*. Springer London. London. p. 458. ISBN: 9789401794091.

7 Slovníček pojmů

Kraniálně	směřující k hlavě
Kaudálně	směřující k ocasu
Dorsálně	směřující ke hřbetu
Ventrálně	směřující k břichu
Laterálně	směřující do strany
Mediálně	směřující do středu
Superolaterálně	směřující nahoru a ke straně
Kraniodextrálně	směřující k hlavě a doprava
Kraniosinistrálně	směřující k hlavě a doleva
Kraniomediálně	směřující k hlavě a do středu
Dorsokraniálně	směřující k hlavě a nahoru (ke hřbetu)
Kaudoventrálně	směřující k ocasu a dolů (k břichu)