

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Os cordis – vývoj a výskyt srdeční kosti u kopytníků**

*Os cordis – development and occurrence of the heart bone in ungulates*

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Veronika Křížová

Vedoucí práce: Ing. Klára Košinová

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Veronika Křížová

Konzervace přírodnin a taxidermie

Název práce

**Os cordis – vývoj a výskyt srdeční kosti u kopytníků**

Název anglicky

**Os cordis – development and occurrence of the heart bone in ungulates**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem práce je popsání vývoje a výskytu srdeční kosti u kopytníků. Dalším cílem je stanovení poměru výskytu os cordis u vybraných druhů prostřednictvím CT. Důraz bude kladen na zjištění velikosti srdeční kosti zejména ve vztahu k věku jedince.

### Metodika

Analýza bude založena na skenování srdcí dostupných vybraných druhů kopytníků a zjištění výskytu os cordis. Srdce budou nasnímány pomocí CT scanneru. Následně bude provedeno měření velikosti os cordis a zaznamenání veškerých dostupných údajů o jedinci, jako je věk, pohlaví a hmotnost. U zjištěných parametrů budou hledány případné vzájemné interakce, které by mohly poukazovat na výskyt os cordis, či jiné aspekty, které by mohly ovlivňovat její velikost.

Tyto údaje budou zpracovány v programu MS Excel a následně vyhodnoceny programem Statistika.

Literární rešerše bude průběžně konzultována s vedoucím práce a zpracována nejpozději do 31. srpna 2021. Do konce října 2021 bude provedeno snímání a měření čelistí a výsledky budou zaznamenány do MS Excel a předány vedoucímu práce. První rukopis bakalářské práce bude předložen ke kontrole vedoucímu práce nejpozději do 31. ledna 2022. Dokončená bakalářská práce bude po předchozích konzultacích s vedoucím práce odevzdána na studijní oddělení FLD v termínu a dle pokynů studijního oddělení.



**Doporučený rozsah práce**

30 stran

**Klíčová slova**

Os cordis, srdce, anatomie, osifikace, ct scanner

**Doporučené zdroje informací**

- Balah, A., Bareedy, M., Abuel-Atta, A., Ghonimi, W. 2014. Os cordis of mature Dromedary camel heart (Camelus dromedaries) with special emphasis on cartilago cordis. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 1(3), 130-135.
- Daghash, S.M., Farghali, H.A.M. 2017. The cardiac skeleton of the Egyptian Water buffalo (Bubalus bubalis). *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 4(5): 1-13.
- Egerbacher, M., Wwbwr, H., Hauer, S. 2000. Bones in the heart skeleton of the otter (Lutra lutra). *Journal of Anatomy*, 196(3), 485–491. doi:10.1046/j.1469-7580.2000.19630485.x
- Frink, R. J., Merrick, B. 1974. The sheep heart: Coronary and conduction system anatomy with special reference to the presence of an os cordis. *The Anatomical Record*, 179(2), 189–199. doi:10.1002/ar.1091790204
- James, T. N. 1965. Anatomy of the sinus node, AV node and os cordis of the beef heart. *The Anatomical Record*, 153(4), 361–371. doi:10.1002/ar.1091530405
- King, R. L., Burwell, C. S., White, P. D. 1938. Some notes on the anatomy of the elephant's heart. *American Heart Journal*, 16(6), 734–742. doi:10.1016/s0002-8703(38)90955-x
- Komárek, V., Štěrbá, O., Fejfar, O. 2001. *Anatomie a embryologie volně žijících přežvýkavců*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-853-9.
- Moittié, S., Baiker, K., Strong, V., Cousins, E., White, K., Liptovszky, M., Rutland, C. S. 2020. Discovery of os cordis in the cardiac skeleton of chimpanzees (Pan troglodytes). *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-66345-7

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Klára Košinová

**Garantující pracoviště**

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

**Konzultant**

Ing. Jiří Turek

Ing. Jiří Turek

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2021

**doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 7. 2021

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2022

### *Prohlášení*

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Os cordis* – vývoj a výskyt srdeční kosti u kopytníků vypracovala samostatně pod vedením Ing. Kláry Košinové a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby

V Praze dne \_\_\_\_\_

Podpis autora: \_\_\_\_\_

### *Poděkování*

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Kláře Košinové, za odborné vedení, rady a trpělivost při zpracování a dokončení práce. Dále bych chtěla poděkovat odbornému konzultantovi Ing. Jiřímu Turkovi, za jeho trpělivost, ochotu a odbornou pomoc.

## Abstrakt

Cílem této studie bylo zjištění poměru výskytu *os cordis* u vzorků srdcí spárkaté zvěře (*Capreolus capreolus*) pomocí skenování výpočetní tomografií (CT) a porovnání zjištěných údajů pohlaví, hmotnosti a odhadu věku, stanoveným jeho lovcem na území honiteb Bohumile a Radlice v mysliveckém roce 2021/2022.

Celkem bylo vyhodnoceno 45 vzorků srdcí srnce obecného (*Capreolus capreolus*). U každého vzorku bylo zaznamenáno pohlaví, odhad věku provedený lovcem na základě úbrusu chrupu a hmotnost jedince. Pro vyhodnocení přítomnosti *os cordis* bylo použito CT Siemens SOMATOM Scope CT VC40. Byl sledován objem srdce, lokalizace *os cordis*, objem *os cordis*, velikost *os cordis* a její denzita. Data byla zpracována v programu Excel a v programu Statistika 14.0.

Z analýzy získaných dat bylo zjištěno že výskyt *os cordis* byl potvrzen celkově u 92,3 % námi zkoumaných srdcí. Všechna zobrazená *os cordis* se nacházela v oblasti *trigonum fibrosum dextrum*. Objem srdce se pohyboval mezi 91,6 cm<sup>3</sup> až 208,4 cm<sup>3</sup>. Bylo prokázáno, že objem srdce ovlivňuje objem nalezené *os cordis* ( $p < 0,05$ ). Denzita *os cordis* byla prokazatelně závislá na hmotnosti jedince ( $p < 0,05$ ). Toto zjištění ukazuje, že osifikace *os cordis*, je stejně, jako osifikace jiných kostí závislá na vyváženém příjmu živin a dobré kondici jedince.

**Klíčová slova:** *os cordis*, srdce, anatomie, osifikace, ct scanner

## **Abstract**

The aim of this study was to determine the proportion of os cordis in heart samples of ungulate game (*Capreolus capreolus*) by computed tomography (CT) scanning and to compare the findings with sex, weight and age estimates determined by its hunter in the Bohumile and Radlice hunting areas in the hunting year 2021/2022.

A total of 45 heart samples of roe deer (*Capreolus capreolus*) were evaluated. For each sample, the sex, the hunter's estimate of age based on the dentition and the weight of the individual were recorded. Siemens SOMATOM Scope CT VC40 was used to evaluate the presence of *os cordis*. Heart volume, os cordis localization, os cordis volume, *os cordis* size and *os cordis* density were observed. Data were processed in Excel and Statistics 14.0.

The analysis of the obtained data revealed that the presence of os cordis was confirmed in 92.3 % of the hearts examined by us. All the os cordis shown were located in the region of *trigonum fibrosum dextrum*. Heart volume ranged between 91.6 cm<sup>3</sup> to 208.4 cm<sup>3</sup>. Heart volume was shown to influence the volume of the found os cordis ( $p < 0.05$ ). Density of *os cordis* was shown to be dependent on the weight of the individual ( $p < 0.05$ ). This finding shows that *os cordis* ossification, like ossification of other bones, is dependent on balanced nutrient intake and good condition of the individual.

**Keywords:** *os cordis*, heart, anatomy, ossification, ct scanner

## Obsah

1.	ÚVOD	- 10 -
2.	CÍLE PRÁCE	- 11 -
3.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	- 12 -
3.1.	SUDOKOPYTNÍCI ( <i>ARTIODACTYLA</i> )	- 12 -
3.1.1.	<i>Srnec obecný (Capreolus capreolus)</i>	- 12 -
3.2.	SRDCE	- 13 -
3.2.1.	<i>Anatomie srdce srnce obecného</i>	- 15 -
3.2.2.	<i>Anatomie srdce dalších druhů kopytníků – prase domácí a prase divoké</i>	- 15 -
3.2.3.	<i>Anatomie srdce dalších druhů kopytníků – srdce kozy a ovce</i>	- 16 -
3.3.	OS CORDIS	- 18 -
3.3.1.	<i>Popis a funkce os cordis</i>	- 18 -
3.3.2.	<i>Výskyt os cordis napříč živočišnou říší</i>	- 19 -
3.3.3.	<i>Os cordis v myslivosti</i>	- 20 -
3.4.	OPORNÉ KOSTI – PYJOVÁ, KLITORIS	- 20 -
3.4.1.	<i>Os penis</i>	- 21 -
3.4.2.	<i>Os clitoridis</i>	- 21 -
3.5.	METODY ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍTOMNOSTI <i>OS CORDIS</i>	- 22 -
3.6.	TECHNOLOGIE VYUŽÍVAJÍCÍ RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ	- 22 -
3.6.1.	<i>Rentgenové záření</i>	- 22 -
3.6.2.	<i>Skiografie</i>	- 23 -
3.6.3.	<i>Rentgenová skiaskopie</i>	- 23 -
3.6.4.	<i>CT – výpočetní tomografie</i>	- 24 -
3.7.	ULTRAZVUK	- 28 -
3.8.	MAGNETICKÁ REZONANCE	- 28 -
3.9.	TELERADIOLOGIE	- 29 -
4.	METODIKA	- 30 -
4.1.	PŘÍPRAVA VZORKŮ	- 30 -
4.2.	ULOŽENÍ VZORKŮ PRO SKENOVÁNÍ	- 31 -
4.3.	NATAVENÍ SKENOVACÍCH (AKVIZIČNÍCH) PARAMETRŮ	- 31 -
4.4.	NASTAVENÍ OBRAZOVÝCH (REKONSTRUKČNÍCH) PARAMETRŮ A POSTPROCESSING	- 32 -
4.5.	HODNOCENÍ A PRÁCE S DATY	- 33 -
4.6.	CT VOLUMETRIE	- 33 -
4.7.	LOKALIZACE <i>OS CORDIS</i>	- 34 -
4.8.	PREPARACE <i>OS CORDIS</i>	- 34 -
4.9.	VYHODNOCENÍ DAT	- 34 -
5.	VÝSLEDKY	- 36 -
5.1.	VÝSKYT <i>OS CORDIS</i>	- 36 -
5.1.1.	<i>Lokalizace</i>	- 36 -
5.1.2.	<i>Četnost výskytu</i>	- 37 -
5.2.	MÍRA OSIFIKACE	- 38 -
5.2.1.	<i>Denzita</i>	- 38 -
5.3.	VELIKOST <i>OS CORDIS</i>	- 40 -
5.3.1.	<i>Objem os cordis vzhledem k pohlaví, věku, hmotnosti</i>	- 40 -
5.3.2.	<i>Rozměr os cordis vzhledem k pohlaví, věku a hmotnosti</i>	- 43 -
5.4.	OBJEM SRDCE VE VZTAHU K OBJEMU <i>OS CORDIS</i> , VĚKU JEDINCE A HMOTNOSTI	- 45 -
6.	DISKUSE	- 48 -
7.	ZÁVĚR	- 50 -
8.	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	- 51 -
9.	PŘÍLOHY	- 58 -

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

OBRÁZEK 1 TEPNY A ŽÍLY NA KOZÍM SRDCI. (HEGAZI, 1958).....	17
OBRÁZEK 2 TEPNY A ŽÍLY NA OVČÍM SRDCI. (HEGAZI, 1958) .....	17
OBRÁZEK 3 FACIES AURICULARIS SRDCE PRASETE. (RICKERT, 1958) .....	- 17 -
OBRÁZEK 4 ZÁKLADNA PRASEČÍHO SRDCE PO ODSTRANĚNÍ SÍNÍ. (RICKERT, 1955) .....	- 17 -
OBRÁZEK 5 SRDEČNÍ KOSTI (BOS TAURUS) (NAJBRT 1982) .....	- 18 -
OBRÁZEK 6 ULOŽENÍ SRDCE PRO SKENOVÁNÍ V CT (AUTORSKÉ FOTO).....	- 31 -
OBRÁZEK 7 NASTAVENÍ SKENOVACÍCH PARAMETRŮ NA ŘÍDÍCÍM POČÍTAČI CT (AUTORSKÉ FOTO).....	- 32 -
OBRÁZEK 8 NASTAVENÍ REKONSTRUKČNÍCH PARAMETRŮ NA ŘÍDÍCÍM POČÍTAČI CT (AUTORSKÉ FOTO).....	- 33 -
OBRÁZEK 9 MĚŘENÍ OBJEMU SRDCE/OS CORDIS A DENZITY OS CORDIS ZA POMOCI TRESHOLDS (AUTORSKÉ FOTO) .....	- 34 -
OBRÁZEK 10 UMÍSTĚNÍ OS CORDIS NA AXIÁLNÍM ŘEZU SRDCEM. (AUTORSKÉ FOTO).....	- 36 -
OBRÁZEK 11 UMÍSTĚNÍ OS CORDIS NA SAGITÁLNÍM ŘEZU SRDCEM (AUTORSKÉ FOTO) .....	- 37 -
OBRÁZEK 12 SRDCE SKENOVANÉ VE VODĚ (AUTORSKÉ FOTO).....	- 58 -
OBRÁZEK 13 SRDCE SKENOVANÉ V ROZTOKU LIHU (AUTORSKÉ FOTO).....	- 59 -
OBRÁZEK 14 LOKALIZACE OS CORDIS VE 3D FREE WIEV (AUTORSKÉ FOTO).....	- 60 -
OBRÁZEK 15 NEJMENŠÍ NÁMI NALEZENÁ OS CORDIS (SAMICE, 1 ROK, 9 KG) (AUTORSKÉ FOTO) .....	- 60 -
OBRÁZEK 16 OS CORDIS V RŮZNÉM STUPNI VYBĚLENÍ (AUTORSKÉ FOTO).....	- 61 -
OBRÁZEK 17 NEJVĚTŠÍ NALEZENÁ OS CORDIS (SAMEC, 5 LET, 8 KG) (AUTORSKÉ FOTO).....	- 61 -
OBRÁZEK 18 NEJVĚTŠÍ OS CORDIS (SAMICE, 7 LET, 16 KG) (AUTORSKÉ FOTO) .....	- 62 -
TABULKA 1 ROZDĚLENÍ DO KATEGORIÍ OBJEMŮ SRDCÍ.....	- 35 -
TABULKA 2 PRŮMĚRNÁ DENZITA OS CORDIS VZHLEDEM K HMOTNOSTI JEDINCE.....	- 63 -
TABULKA 3 PRŮMĚRNÝ OBJEM OS CORDIS VZHLEDEM K POHLAVÍ (1=AMEC, 2=AMICE) .....	- 63 -
TABULKA 4 PRŮMĚRNÉ HODNOTY OBJEMU OS CORDIS VZHLEDEM KE KATEGORIÍM OBJEMU .....	- 63 -
TABULKA 5 PRŮMĚRNÉ HODNOTY OBJEMU SRDCE A OS CORDIS, ROZMĚRU OS CORDIS A PRŮMĚRNÉ DENZITY VZHLEDEM K VĚKU JEDINCŮ.....	- 64 -
GRAF 1 PRŮMĚRNÁ DENZITA OS CORDIS VZHLEDEM K HMOTNOSTI JEDINCŮ .....	- 38 -
GRAF 2 RŮST DENZITY OS CORDIS VZHLEDEM K VĚKU JEDINCE .....	- 39 -
GRAF 3 HODNOTY DENZIT VZHLEDEM K POHLAVÍ JEDINCE .....	- 40 -
GRAF 4 HODNOTY OBJEMU OS CORDIS VZHLEDEM K POHLAVÍ JEDINCE .....	- 41 -
GRAF 5 VÝVOJ OBJEMU OS CORDIS VZHLEDEM K VĚKU JEDINCE .....	- 42 -
GRAF 6 SROVNÁNÍ OBJEMU OS CORDIS VZHLEDEM K HMOTNOSTI JEDINCE .....	- 43 -
GRAF 7 VÝVOJ VELIKOSTI (ŠÍŘKA, DÉLKA) OS CORDIS VZHLEDEM K VĚKU JEDINCE .....	- 44 -
GRAF 8 POROVNÁNÍ CELKOVÝCH ROZMĚRŮ (ŠÍŘKA A DÉLKA) OS CORDIS S VÁHOU JEDINCE .....	- 45 -
GRAF 9 SROVNÁNÍ KATEGORIÍ OBJEMŮ SRDCÍ S OBJEMEM OS CORDIS .....	- 46 -
GRAF 10 SROVNÁNÍ OBJEMU OS CORDIS A OBJEMU SRDCE VZHLEDEM K VĚKU JEDINCE .....	- 47 -
GRAF 11 VZTAH MEZI OBJEMEM SRDCE A HMOTNOSTÍ JEDINCE .....	- 47 -

## 1. Úvod

*Os cordis* jenž se v myslivosti nazývá hubertka nebo hubertský křížek, patřil v dřívějších dobách k vyhledávané a vzácné trofeji, převážně spojované s jelení zvěří. Tato práce se zabývá jejím výskytem a zobrazením na výpočetním tomografu (CT). K tomuto výzkumu byla použita srdce jedinců druhu srnce obecného (*Capreolus capreolus*). Vzorky byly získány z honiteb Bohumile a Radlice, které jsou pod správou Školního lesního podniku České zemědělské univerzity v Kostelci nad Černými lesy.

Vybranou metodou pro zjištění přítomnosti *os cordis* bylo zvoleno skenování výpočetní tomografií (CT). Dřívější výzkumy pracovali s vyšetřeními za pomoci mikroskopu, digitálního rentgenu a MicroCT (Moittié et al., 2020; Daghash a Farghali, 2017; Egerbacher et al., 2000).

Výpočetní tomografie (CT) je metoda používající rentgenové záření k zobrazení anatomických struktur pomocí mnohočetných řezů tkáněmi z různých úhlů a jejich následnou digitální trojrozměrnou rekonstrukcí (du Plessis et al. 2017).

Dostupné literární zdroje zabývající se *os cordis* se většinou nezaměřují na volně žijící zvěř a často poukazují pouze na výskyt, nikoliv však na incidenci výskytu *os cordis*. Ta je často neobjasněna. V myslivecké komunitě převládá domněnka, že je výskyt spjat pouze s věkem jedince, často je pak "hubertka" přisuzována pouze jelení zvěři, či pouze samčí zvěři, ačkoliv nálezy některých myslivců poukazují na výskyt této kůstky u většiny druhů naší volně žijící spárkaté zvěř.

Tato práce může být základním pilířem pro budoucí výzkum incidence výskytu *os cordis* a napomoci tak získání informací objasňujících faktory, které mohou výskyt, velikost či míru osifikace *os cordis* ovlivňovat.



## **2. Cíle práce**

Hlavním cílem práce je popsání vývoje a výskytu srdeční kosti u kopytníků. Dalším cílem je stanovení poměru výskytu *os cordis* u vybraných druhů prostřednictvím CT. Důraz bude kladen na zjištění velikosti srdeční kosti zejména ve vztahu k věku jedince.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1. Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Sudokopytníci jsou řádem savců, který čítá 240 druhů. Společný způsob života ovlivnil jejich anatomickou stavbu končetin. Sudokopytníci jsou paraxonní, což znamená, že rovina symetrie každé nohy prochází mezi třetím a čtvrtým prstem. U všech druhů je počet prstů redukován ztrátou prvního prstu (tj. pollexu). Druhý a pátý prst se posunul výše nebo do stran. První prst vymizel zcela. Třetí a čtvrtý prst však zůstává u všech sudokopytníků velký a mohutný. Jejich velikost a mohutnost umožňuje nést celou váhu těla. Díky tomuto prstnímu vzorci si vysloužili název *Artiodactyla*, což znamená "sudá špička". Nejextrémnější redukci prstů u *arteodaktylů*, ať už žijících nebo vymřelých, můžeme pozorovat u antilop a jelenů, kteří mají na každé noze pouze dva funkční (nosné) prsty (Feldhamer, et al., 2004; Grzimek, 1990; Grzimek, 2003; Savage and Long, 1986; Simpson, 1984; Vaughn, et al., 2000; Wilson and Reeder, 1993). Oba hlavní prsty jsou zakončeny kopyty nebo kopytky (spárky) s výjimkou hrocha a velbloudovitých. Druhý a pátý prst se posunul výše nebo do stran. První prst vymizel zcela (Červený, 2016).

Většina sudokopytníků jsou býložravci lišící se způsobem zpracování potravy. Dle výživy můžeme sudokopytníky dělit na okusovače (*foliavora*), spásače (*gramnivora*) a oportunisty (*herbivora*) (Hanzal, 2016).

Sudokopytníci jsou z pravidla sociálně žijící druhy. V tlupách se sdružují samice s mláďaty a samci se uskupují do mládeneckých skupin nebo žijí osamoceně (Červený, 2016).

Dle nového uspořádání savců řadíme sudokopytníky do stejné skupiny spolu s kytovci (*Cetardiodactyla*) (Červený, 2016).

Ve fauně Evropy můžeme potkat 3 čeledi s 23 druhy, z nichž zhruba čtvrtina je nepůvodní. V ČR žije ve volnosti 9 druhů z toho je 5 druhů nepůvodních, 2 druhy byly vyhubeny a 13 druhů nebo podruhů je chováno v různých oborách (Červený, 2016).

##### 3.1.1. Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

- **Říše:** živočichové (*Animalia*)
- **Kmen:** strunatci (*Chordata*)
- **Podkmen:** obratlovci (*Vertebrata*)

- **Třída:** savci (*Mammalia*)
- **Řád:** sudokopytníci (*Artiodactyla*)
- **Čeleď:** jelenovití (*Cervidae*)
- **Rod:** srnec (*Capreolus*)

(Wilson et al., 2005)

Srnec je u nás nejběžnější spárkatou zvěří a je nejmenším zástupcem z čeledi jelenovití v Evropě. Délka těla se pohybuje v rozsahu 90-140 cm. Hmotnost těla se pohybuje od 16 do 30 kg u srnců, srny od 15 do 25 kg. (Geist, 2018) Délka kelky je 2-3 cm, okolo které je u samců oválný a u samic okrouhlejší bílý obřítek. Letní zbarvení je červenohnědé, zimní je šedohnědé. Na hlavě mají parůžky většinou ve tvaru šesteráka (Hanzal, 2016).

Srnec se vyskytuje v celé Evropě a v některých částech Asie (Lovari et al., 2016).

Na území České republiky je výskyt potvrzen ze 100 % faunistického mapování. Přírozené prostředí výskytu srnce je velmi různorodé, populace srnce můžeme najít jak na intenzivně obhospodařované zemědělské krajině v nížinách až po souvislé lesy v horských oblastech. Srnec je typickým okusovačem náročným na kvalitu potravy. (Červený, 2016)

Početnost srnce obecného na našem území dlouhodobě stoupá, k vrcholům dochází každých 7-9 let. Populační hustota je 5-30 ex./km<sup>2</sup>, v zimním období až 80 ex./km<sup>2</sup> (Červený, 2016).

Podle myslivecké legislativy je doba lovu srnců 1.5. až 30.9. a srn a srnčat od 1.9. do 31.12. (Hanzal, 20016).

### 3.2. Srdce

Srdce je vsazeno do uzavřeného oběhu krevních cév a svou rytmickou pulzací zajišťuje krevní oběh (Čihák, 1997).

Srdce – *cor* – je dutý kuželovitý sval jehož tvar se v průběhu jeho činnosti výrazně mění. U skotu je v horizontálním průřezu oválné (Reece, 2011). Velikost a hmotnost srdce záleží na celkovém vzrůstu, pohlaví a druhu zvěře. Poměrná hmotnost srdce se pohybuje kolem 0,5% živé hmotnosti (Najbrt, 1982).

Na srdci rozlišujeme dorsálně uloženou srdeční základnu-*basis cordis* a ventrálně uložený srdeční hrot – *apex cordis*. Na levé srdeční ploše – *facies auricularis* jsou při

srdeční základně předsíňová ouška-*auriculae atriorum* a mezikomorová brázda – *sulcus interventricularis paraconalis*, naznačující zevní hranici obou srdečních komor (Čihák, 1997). Pravou plochu srdce – *facies atrialis* tvoří stěny srdečních předsíní a převážně stěna pravé komory. Kraniální okraj srdce – *margo ventricularis dexter* je konkávní a tvoří jej stěna pravé srdeční komory. Kaudální okraj – *margo ventricularis sinister* je rovný nebo mírně konkávní a tvoří jej stěna levé srdeční komory. Při srdeční základně obkružuje srdce věnčitá brázda – *sulcus coronarius*, naznačující zevně hranici mezi předsíněmi a komorami (Najbrt, 1982).

Mezikomorová přepážka – *septum interventriculare*, mezipředsíňová přepážka – *septum interatriale* a neúplná předsíňokomorová přepážka – *septum atrioventriculare* rozděluje srdce na dvě srdeční komory – *ventriculi cordis* a dvě srdeční předsíně – *atria cordis* (Čihák, 1997).

*Septum atrioventriculare* zahrnuje srdeční skelet, který se skládá z podpůrné tkáně. Odděluje svalovinu předsíní od svaloviny komor a ohraničuje obě předsíňokomorová ústí – *ostium atrioventriculare sinisterum et ostium atrioventriculare dextrum* (Najbrt, 1982).

*Atrium dextrum* – pravá předsíň se nachází na srdeční basi při jejím kraniálním okraji. Z prava se vychlipuje na levou stranu v ouško pravé předsíně – *auricula arterii dextri* (Čihák, 1997). V dutině pravé předsíně se nachází hraniční hřeben – *cristea terminalis* a hraniční brázda – *sulcus terminalis*, které rozdělují předsíň na dva oddíly. Do prvního oddílu se otevírá z kaudální strany otvor zadní duté žíly – *ostium v. cavae caudalis* a z dorsokraniální strany otvor přední duté žíly – *ostium v. cavae craniali*. (Najbrt, 1982).

*Ventriculus dexter* – pravá komora je umístěna kraniálně a napravo. Přijímá neokysličenou krev z pravé předsíně. Její stěna je asi o 2/3 tenčí než stěna levé komory. Od levé komory ji odděluje tlustá mezikomorová přepážka. V předsíňokomorovém ústí – *ostium atrioventricularis* se nachází trojcípá chlopeň – *valva atrioventricularis dextra*. Nalevo od *ostium atrioventriculare dextrum* vybíhá stěna komory dorsálně v *comus arteriosus*, z něhož vystupuje *truncus pulmonaris*, ústím nazývaným *ostium trunci pulmonaris*, které při diastole uzavírá *valva trunci pulmonaris* – chlopeň plicního kmene, která se skládá ze tří poloměsíčitých kapsovitých výběžků (Čihák, 1997). Mezi *ostium atrioventriculare dextrum* a *ostium trunci pulmonalis* vyniká z dorsální strany svalový

nadkomorový hřeben – *crista supraventricularis*, který rozděluje dutinu komory na vtokový a výtokový oddíl. Na stěně pravé komory se nacházejí bradavkovité svaly – *mm. papillares*. Z těchto svalů vybíhají jemné ale pevné šlašinky – *chordae tendinae*, které se upínají do volných okrajů chlopenních cípů (Najbrt, 1982).

*Atrium sinistrum* – levá předsíň se nachází nad levou komorou v kaudálním úseku srdeční základny. Z dorsální strany ústí do předsíně 5-8 plicních žil – *vv. pulmonales*. v okolí kruhových ústí těchto plicních žil – *ostia venarum pulmonalium* zesiluje myokard stěny předsíně v manžetové prstence (Najbrt, 1982).

*Ventriculus sinister* – levá komora se nachází kaudálně a poněkud nalevo od pravé komory. Má asi 3 cm tlustou stěnu, tvořenou mohutnou vrstvou myokardu. V *ostium atrioventriculare sinistrum* je dvoucípá chlopeň – *valva atrioventricularis sinistra*. Dorsokraniální úsek má hladkou stěnu a přechází v *ostium aortae*. V *ostium aortae* se nachází aorální chlopeň – *valva aortae*, kterou vytváří tři kapsovitě výběžky (Najbrt, 1982).

### 3.2.1. Anatomie srdce srnce obecného

Srdce srnce se nachází ve středním mezihrudí. Dvě třetiny srdce se nacházejí nalevo od střední roviny těla a osa srdce svírá úhel 45°. Vrchol srdce (apex) se nachází na úrovni šestého mezižeberního prostoru (Červený, Komárek et al., 1999). Srdce je pokryto perikardem a za pomoci *sternoperikardiálního* vazů je zafixováno k hrudní hosti (Vazquez et al., 2019).

Obě síně jsou od sebe odděleny *interatriální* přepážkou. Pravá síň je z pravidla objemnější. V pravé síni se nachází vstupy dutých žil. V levé síni je 4-5 plicních žil (Vazquez et al., 2019).

Pravá komora přijímá krev z pravé předsíně přes *ostium atrioventriculare*. Uvnitř komory se nachází tři papilární svaly. Krev proudí z této komory do plicního kmene a prochází plicní *semilunární* chlopní. Levá komora přijímá krev z pravé síně a prochází mitrální nebo *bikuspidální* chlopní (Červený, Komárek et al., 1999). Tato komora posílá krev do aortální tepny, procházející aortální poloměsíčitou chlopní (Vazquez et al., 2019).

### 3.2.2. Anatomie srdce dalších druhů kopytníků – prase domácí a prase divoké

Srdce prasete má tvar tupého kužele (Obrázek 3) a jeho výška jen mírně přesahuje jeho největší kraniokaudální průměr. Stejně jako u ostatních domácích savců vykazuje

vnitřek prasečí komory některé zvláštnosti zejména v papilárních svalech (Volmerhaus et al., 1981).

Oba papilární svaly levé komory pocházejí z vnější stěny, ale m. *papillaris subatrialis*, který hraničí s *interventrikulární* přepážkou, je široký a nízký. Jeho základna je tvořena několika svalnatými sloupy, které se spojují do jedné struktury. Systém svalových pásů běžících od papilárního svalu k septu se skládá ze zaobleného svalového sloupce, který se po jeho vzniku opakovaně dělí od septa (Obrázek 4). M. *papillaris subauricularis* lze jasně odlišit od komorové stěny svým zaobleným, paprskovým tvarem (Volmerhaus et al., 1981). Kromě těchto dvou papilárních svalů je obvykle několik malých doplňkových papilárních svalů na vnější stěně levé komory (Červený, Komárek et al., 1999).

Dva ze tří papilárních svalů pravé komory jsou umístěny na septu, zatímco třetí je na vnější stěně. M. *papillaris subarteriosus* zatímco soku m. *papillaris magnus* je tvořen řadou svalnatých paprsků, které se spojují do jediného komplexu. Tělo druhého z nich se výrazně rozprostírá do vnější stěny (Volmerhaus et al., 1981). Mezi základnou velkého papilárního svalu a septem je vždy přítomna *trabecula septomarginalis* (Červený, Komárek et al., 1999).

Kraniokaudální hranice srdce sahají od 3. do 6. žebra. Jeho základna leží asi v polovině výšky hrudní dutiny. Pravý komorový okraj sleduje obrys hrudní kosti v malé vzdálenosti od něj, zatímco levý komorový okraj vede rovnoběžně s lebečním okrajem šestého žebra. Vrchol srdce dosahuje oblasti šesté *costální* chrupavky na levé straně. Hlavní část srdce je zakořeněna v srdečním otisku obou plic. (Volmerhaus et al., 1981).

### **3.2.3. Anatomie srdce dalších druhů kopytníků – srdce kozy a ovce**

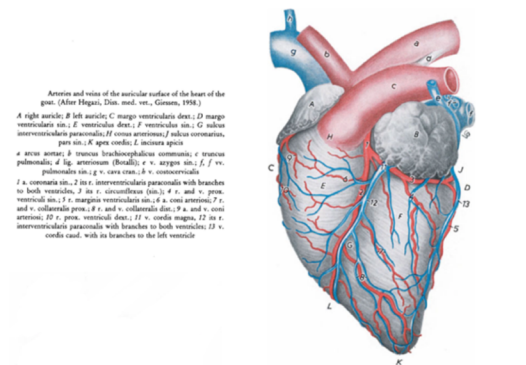
Srdce ovčí má tvar tupého kužele a podobá se srdci vola (Obrázek 2). Kozí srdce má naopak podobu špičatého kužele (Obrázek 1). Oba druhy mají méně výraznou mezilehlou drážku na levé ventrikulární hraně, což je charakteristický rys přežvýkavce (Červený, Komárek et al., 1999). Okraje obou oušek jsou zoubkované (Volmerhaus et al., 1981).

U ovčí jsou oba papilární svaly vnější stěny levé komory silné. *Subaurikulární papilární* sval má válcový tvar a dvě záštity. *Subarteriální papilární* sval je lépe vyvinutý než předchozí a vždy má dvoucípou kupoli (Volmerhaus et al., 1981).

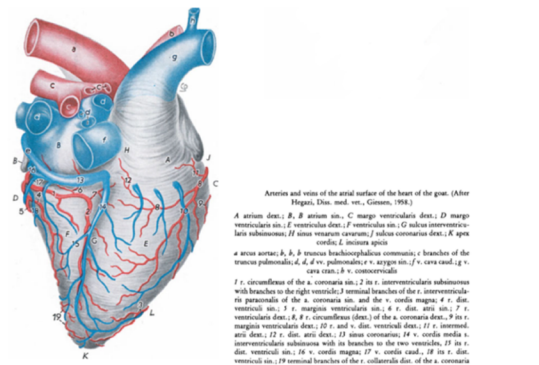
Dva z papilárních svalů pravé komory jsou umístěny na septu a třetí je umístěn na vnější stěně (Červený, Komárek et al., 1999). Druhým je *papillaris magnus*, který má obvykle třícípy vrchol. *M. papillaris subarteriosus* je nejmenší a objevuje se jako výčnělek velikosti hrachu na septu. *Mm. papillares parvi* se liší tvarem. Skládají se ze sjednocené skupiny, která obvykle nese dvě výrazně oddělené papily (Volmerhaus et al., 1981).

Podle Schradera (1922) je absolutní srdeční hmotnost beranů 241 g, kastrováných samců 220 g a bahnice 232 g. Odpovídající hodnoty relativní hmotnosti srdce jsou 0,51 %, 0,46 % a 0,49 %.

Srdeční cévy vola, ovčí a koz jsou podobné nejen s ohledem na jejich původ, ale také v tom, že zásobují stejné oblasti srdce. U všech tří druhů dodává levá koronární tepna mnohem větší podíl orgánu než pravá koronární tepna, a jsou tedy všechny levého koronárního typu (Volmerhaus et al., 1981).



Arteries and veins of the arterial surface of the heart of the goat. (After Hegazi, *Dis. med. vet., Giessen, 1958*.)  
 A right auricle; B left auricle; C margo ventricularis dext.; D margo ventricularis sin.; E ventricularis dext.; F ventricularis sin.; G sulcus interventricularis parsonalis; H sinus coronarius; I sulcus coronarius, pars sin.; K apex cordis; L incisura aortae  
 a. truncus arterialis; b. truncus brachiocephalicus communis; c. truncus pulmonalis; d. lig. arteriosum (Botali); e. v. azygos sin.; f. v. pulmonalis sin.; g. v. cava cran.; h. v. communis  
 i. a. coronaria sin.; 2 in r. interventricularis parsonalis with branches to both ventricles; 3 in r. circumflexa (sin.); 4 v. and v. prox. ventriculi sin.; 5 r. margo ventricularis sin.; 6 a. coni arteriosi; 7 r. and v. collateralis prox.; 8 v. and v. collateralis dist.; 9 v. and v. coni arteriosi; 10 r. prox. ventriculi dext.; 11 v. cordis magna; 12 in r. interventricularis parsonalis with branches to both ventricles; 13 v. cordis caud. with its branches to the left ventricle



Arteries and veins of the arterial surface of the heart of the goat. (After Hegazi, *Dis. med. vet., Giessen, 1958*.)  
 A atrium dext.; B atrium sin.; C margo ventricularis dext.; D margo ventricularis sin.; E ventricularis dext.; F ventricularis sin.; G sulcus interventricularis subinimus; H sinus venosum cavatum; I sulcus coronarius dext.; K apex cordis; L incisura aortae  
 a. truncus arterialis; b. b. truncus brachiocephalicus communis; c. truncus pulmonalis; d. d. v. pulmonalis; e. v. azygos sin.; f. v. cava cran.; g. v. communis  
 i. r. circumflexa of the a. coronaria sin.; 2 in r. interventricularis subinimus with branches to the right ventricle; 3 terminal branches of the r. interventricularis parsonalis of the a. coronaria sin. and the v. cordis magna; 4 v. dist. ventriculi sin.; 5 r. margo ventricularis sin.; 6 v. dist. ventriculi sin.; 7 r. ventricularis dext.; 8 r. v. circumflexa (dext.) of the a. coronaria dext.; 9 r. margo ventricularis dext.; 10 v. and v. dist. ventriculi dext.; 11 r. intermed. atri dext.; 12 r. dist. atri dext.; 13 sinus coronarius; 14 v. cordis media v. interventricularis subinimus with its branches to the two ventricles; 15 in r. dist. ventriculi sin.; 16 v. cordis magna; 17 v. cordis caud.; 18 in v. dist. ventriculi sin.; 19 terminal branches of the r. collateralis dext. of the a. coronaria sin.

Obrázek 1 Tepny a žíly na kozím srdci. (Hegazi, 1958)

Obrázek 2 Tepny a žíly na ovčím srdci. (Hegazi, 1958)

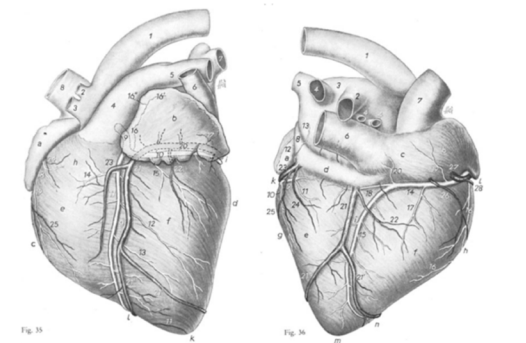


Fig. 35. Facies auricularis of the heart of the pig. (After Rickert, *Dis. med. vet., Hannover, 1955*.)  
 a auricula dext.; b auricula sin.; c sinus venosum cavatum; d sinus coronarius; e ventricularis sin.; f ventricularis dext.; g sulcus interventricularis parsonalis; h sinus coronarius; i sulcus coronarius, pars sin.; k apex cordis; l incisura aortae  
 f. truncus arterialis; 2 a. subclavia sin.; 3 a. brachiocephalica; 4 truncus pulmonalis; 5 a. pulmonalis sin.; 6 v. azygos sin.; 7 left pulmonary vein; 8 v. cava cran.; 9 a. coronaria sin.; 10 in r. circumflexa; 11 in r. interventricularis parsonalis; 12 r. collateralis prox.; 13 v. collateralis dist.; 14 v. coni arteriosi of the a. coronaria sin.; 15 r. prox. ventriculi sin.; 16 r. prox. atri sin.; 16' in branch to the base of the auricle; 16'' in branch to the wall of the left atrium; 17 r. intermed. atri sin.; 18 a. coni arteriosi of the a. coronaria dext.; 19 v. prox. ventriculi dext.; 20 v. cordis magna; 20' in r. circumflexa; 21 in r. interventricularis parsonalis; 21' r. terminal branches of the r. interventricularis parsonalis; 22 v. ventriculi sin.; 23 collateral branch of the v. cordis magna accompanying the r. interventricularis parsonalis; 24 v. coni arteriosi; 25 r. ventricularis dext. of the v. cordis magna

Fig. 36. Facies auricularis of the heart of the pig. (After Rickert, *Dis. med. vet., Hannover, 1955*.)  
 a atrium sin.; b atrium dext.; c sinus venosum cavatum; d sinus coronarius; e ventricularis sin.; f ventricularis dext.; g margo ventricularis sin.; h margo ventricularis dext.; i sulcus interventricularis subinimus; k sulcus coronarius, pars dext.; l sulcus coronarius, pars sin.; m apex cordis; n incisura aortae  
 f. truncus arterialis; 2 right; 3 left pulmonary artery; 4, 4' right pulmonary veins; 5 left pulmonary vein; 6 v. cava cran.; 7 v. cava cran.; 8 v. azygos sin.; 9 r. circumflexa of the a. coronaria sin.; 10 r. margo ventricularis sin.; 11 r. margo ventricularis dext.; 12 r. ventricularis sin. dist.; 12 r. intermed. atri sin.; 13 v. dist. ventriculi sin.; 14 v. dist. ventriculi dext.; 15 r. ventricularis sin.; 16 in r. circumflexa; 17 in r. interventricularis subinimus; 18, 18 v. margo ventricularis dext.; 17 v. dist. ventriculi dext.; 18 v. dist. ventriculi dext.; 19 v. intermed. atri dext.; 20 v. dist. ventriculi dext.; 21 v. cordis magna; 21' r. terminal branches; 22 in r. dist. ventriculi dext.; 23 v. dist. ventriculi sin.; 24 in r. dist. ventriculi sin.; 25 in r. margo ventricularis sin.; 26 v. margo ventricularis dext.; 27 v. ventricularis dext.; 28 in r. prox. ventriculi dext.

Obrázek 3 Facies auricularis srdce prasete. (Rickert, 1958)

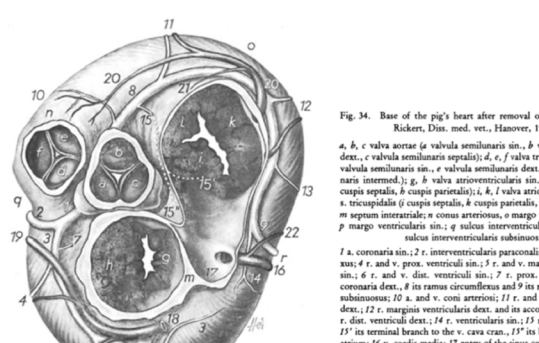
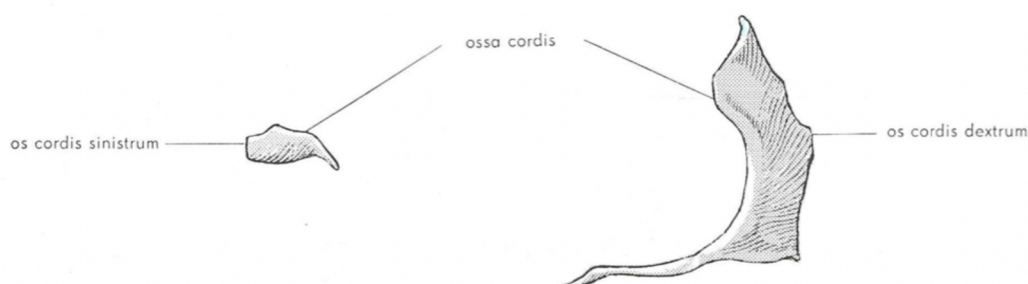


Fig. 34. Base of the pig's heart after removal of the atria. (After Rickert, *Dis. med. vet., Hannover, 1955*.)  
 a, b, c valva aortae (a valvula semilunaris sin.; b valvula semilunaris dext.; c valvula semilunaris septalis); d, e, f, g valva trunci pulmonalis (d valvula semilunaris sin.; e valvula semilunaris dext.; f valvula semilunaris intermed.); g, h valva atrioventricularis sin.; a. bicuspidalis (g cuspid septalis; h cuspid parietalis); i, k, l valva atrioventricularis dext. s. tricuspidalis (i cuspid septalis; k cuspid parietalis); m septum interatriale; n conus arteriosus; o margo ventricularis dext.; p margo ventricularis sin.; q sulcus interventricularis parsonalis; r sulcus interventricularis subinimus  
 i. a. coronaria sin.; 2 r. interventricularis parsonalis; 3, 3 r. circumflexa; 4 r. and v. prox. ventriculi sin.; 5 r. and v. margo ventricularis sin.; 6 r. and v. dist. ventriculi sin.; 7 r. prox. atri sin.; 8; 9 a. coronaria dext.; 8 its ramus circumflexus and 9 its r. interventricularis subinimus; 10 a. and v. coni arteriosi; 11 r. and v. prox. ventriculi dext.; 12 r. margo ventricularis dext. and its accompanying vein; 13 r. dist. ventriculi dext.; 14 r. ventricularis sin.; 15 v. prox. atri dext.; 15' its terminal branch to the v. cava cran.; 15'' its branch to the right atrium; 16 v. cordis magna; 17 entry of the sinus coronarius; 18, 19 v. cordis magna; 18 in r. circumflexa; 19 in r. interventricularis parsonalis; 20, 20 v. circumflexa dext.; 21 in r. prox. atri dext.; 22 r. dist. ventriculi dext. of the v. cordis magna

Obrázek 4 Základna prasечиho srdce po odstranění síní. (Rickert, 1955)

### 3.3. Os cordis

#### 3.3.1. Popis a funkce os cordis



Obrázek 5 Srdeční kosti (*Bos taurus*) (Najbrt 1982)

O vývoji srdeční kosti u přežvýkavců, je známo, že se jedná o normální proces embryonální tvorby. Prozatím nebyly nalezeny žádné záznamy, které by popisovaly fáze, jimiž organismus prochází od početí až po specifickou tvorbu této struktury. Během fáze gastrulace se *mezoderm* dělí na tři oblasti: paraxiální, intermediální a laterální. Při tvorbě *extraembryonálního coelomu* se laterální somatický mezoderm dělí na *somatický mezoderm* (parietální) a *viscerální mezoderm* (splanchnická ploténka). Ze somatické desky vznikají kosti, zatímco ze splanchnické desky vzniká kromě mnoha jiných struktur také srdce. Proto se zde předpokládá, že srdeční kost vzniká spojením těchto dvou desek *laterálního mezodermu*, a dává vzniknout strukturu kostní tkáně provázanou se srdeční svalovinou (De Almeida Lima, 2022).

Srdeční kost je kostnatá frakce jejíž velikost se odvíjí od druhu, věku a pohlaví zvířete (Obrázek 5). *Os cordis* se nachází v komorové nebo v síňové přepážce u některých živočichů. Například u ovcí (Frink & Merrick, 1974) nebo některých druhů dobytka (James, 1965).

*Os cordis* je oporu srdeční svaloviny předsíní a komor srdce a nalézá se v obvodu předsíňokomorového ústí. Nachází se na obou stranách vazivového prstence. Na vazivové prstence jsou upevněny trojcípé a dvojcípé srdeční chlopně (Najbrt, 1982). Tam kde se vazivové prstence stýkají jsou trojúhelníková vazivová místa. Na těchto místech jsou podle rozsahu osifikace vaziva umístěny srdeční kosti. Většinou je přítomna jen větší kůstka septální poloměsíčitě aortální chlopně a menší kůstka levé poloměsíčitě aortální chlopně (Knápek, 2007).



U skotu je *os cordis* umístěna poblíž křižovatky *interatriálních* a *interventrikulárních* sept a zasahuje arteriomedálně do pravého atrioventrikulárního kruhu (Najbrt, 1982; Moittié, Baiker, Strong, et al., 2020).

Vláknitý trigon v srdci zvířete může s postupným věkem mineralizovat což vede k tvorbě *os cordis* nebo dvou kostí *os cordis sinistrum* a *os cordis dextrum* (Schummer, Wilkens, Vollmerhaus et al., 1981).

Histologicky se *os cordis* skládá z fibrózní pojivové tkáně, hyalinní chrupavky, zvápenatělé chrupavky a kusu houbovitě kosti, přičemž houbovitá kost má jak červenou, tak bílou kostní dřev (Balah, Bareedy, Abuel-Atta et al., 2014).

*Os cordis* spolu se srdeční kostrou nejspíš funguje jako kotevní podpora pro srdeční chlopně a zajišťuje tuhost a pevnost pro zabránění dilatace chlopní a odtokových traktů. (Moittié, Baiker, Strong et al., 2020), (James, 1965; Frink & Merrick, 1974; Nabipour, 2010; Hill & Iaizzo, 2015). Kost tedy slouží ke stabilizaci srdce při systole, zejména aby působila proti deformacím části aorty (Balah, Bareedy, Abuel-Atta, et al., 2014).

Srdeční kost se vyvíjí souběžně s růstem zvířete a je plně utvořena až u dospělých jedinců (Egerbacher et al., 2000; Nabipour & Šaha-bodini, 2007).

### **3.3.2. Výskyt *os cordis* napříč živočišnou říší**

*Os cordis* se vyskytuje u hadů v aortopulmonální přepážce, nebo u křečků kde zastává funkci čepů, které udržují napětí srdce (Moittié, Baiker, Strong et al., 2020).

*Os cordis* byla také objevena u nejbližších příbuzných lidí, a to u šimpanzů rodu *Pan troglodytes*. Výskyt *os cordis* u šimpanzů je následkem fibrózy myokardu. Do srdce v průběhu fibrózy putuje mnohem více kolagenu což má za následek výskyt hyperhusté struktury, *trabekulární* kosti, *hyalinní* chrupavky nebo také mineralizovaného ložiska, fibro-chrupavčité *metaplazie* a *endochondrální osifikace* (Moittié, Baiker, Strong et al., 2020).

U výzkumu na 16 srdcích šimpanzů (*Pan troglodytes*) vykazovala kostní formaci v *trigomum fibrosum* 3 z nich. Nelze proto vyloučit, že *os cordis* může být u některých jedinců tohoto druhu spíše anatomickou zvláštností než souvislostí kardiovaskulárním onemocněním. (Moittié et al., 2020)

U koní se vyskytuje chrupavka *cartilago cordis*, která se nachází v pravém trigonu srdce, zatímco v levém trigonu je přítomna jen ze 66-70 % (Schmack, 1974, Nickel et al. 1984).

*Os cordis* a chrupavka *cartilago cordis* byla také objevena u vyder druhu (*Lutra lutra*). V srdci vyder má *Os cordis* nepravidelný tvar a její velikost roste spolu s rostoucím věkem (Egerbacher, M., Weber, H., Hauer, S., 2000).

Výskyt *os cordis* je znám u přežvýkavců jako jsou jeleni a volí. Dříve se této kosti připisovali léčivé a mystické vlastnosti (Dupuy, 2011).

Řecký lékař Galén například tvrdil že *os cordis* našel i u slonů. Toto tvrzení platilo až do devatenáctého století, ale dnes již víme, že tomu tak není (Dupuy, 2011).

### **3.3.3. *Os cordis* v myslivosti**

Název srdeční kůstky, kterou můžeme nalézt u spárkaté zvěře je odvozen od patrona myslivců svatého Huberta. Kost se nazývá různě ale hlavně hubertka nebo také kost sv. Huberta a Křížek sv. Huberta. Asi nejmalebnejším názvem je svatohubertský křížek (Knápek M. 2007).

Tvar hubertky je různý ale nejvíce se můžeme setkat s kyjovitým tvarem, který by měl připomínat tvar křížku (Knápek M. 2007).

Hubertku můžeme nalézt téměř u každé rohaté a parohaté zvěře. U nás můžeme hubertku nalézt s určitostí u jelena lesního, mufloní, dančí či srnčí zvěře (Myslivost: stráž myslivosti, 2011).

Další zvěři s výskytem hubertky jsou jeleni sika, jelenci, kozy bezoárové nebo kamzíci (Knápek M. 2007).

Obvyklé je, že čím starší a tělesně silnější je ulovený kus zvěře, tím bývá hubertka větší (Knápek M. 2007; Myslivost: stráž myslivosti, 2011).

### **3.4. Oporné kosti – pyjová, klitoris**

V anatomii se můžeme setkat s dalšími druhy oporných kostí jimiž jsou například *os penis* nebo *os clitoridis*. Výzkumy na výskyt těchto oporových kostí probíhali například na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity na Katedře zoologie pod vedením RNDr. Pavly Robovské, Ph.D. (Sovová, 2009)

### 3.4.1. Os penis

Bakulum vzniká osifikací z chrupavčitého základu, který tvarově přibližně odpovídá budoucí kosti (Deveci, 1998; Glucksmann, 1976).

Dle Sovové (2009) je *os penis* je oporná kost umístěná uvnitř distální části žaludu (*glans penis*) dorzálně k močové trubici (*urethra*). *Os penis* by mělo být bázi napojeno na kavernózní těleso penisu (*corpus cavernosum*). Vyskytuje se napříč třídou savců. Její výskyt je například u letounů (Hosken et al., 2001; Smirnov & Tsitsulina, 2003), letuch (Starck, 1995), hlodavců (Hooper & Hart, 1962; Lidicker, 1968), některých hmyzožravců (*Tenrecidae*, *Eulipotyphla*) (Gilbert, 1892; Jellison, 1945; Kaudern, 1910; Simokawa, 1938), většiny primátů (Geissmann & Limm, 1994; Hobday, 2000) a šelem (Baryshnikov et al., 2003; Dixon, 1995; Lönnberg, 1902). Tuto kost prvně označil jako „baculum“ Thomas v roce 1915, ale u některých šelem ji popisoval již Aristoteles (Jellison, 1945).

Funkce *os penis* zatím nebyla plně objasněna a u jednotlivých skupin se liší. Tato kost má funkční roli při kopulaci, je tedy předmětem přímé selekce, a je proto považována za adaptivní znak (Patterson & Thaeler, 1982).

*Bakulum* nejspíše hraje důležitou roli v reprodukci. Poskytuje mechanickou oporu a ochranu močové trubice v průběhu kopulace. Další její funkcí je pomoc při otevření vaginálního traktu samice. Usnadňuje tak proniknutí penisu do vagíny (Kelly, 2000). *Os penis* stimuluje samici vyvoláním neuroendokrinní odpovědi, která může zvýšit transport spermií, indukují ovulaci nebo připravuje dělohu pro implantaci (Kelly, 2000; Patterson & Thaeler, 1982).

### 3.4.2. Os clitoridis

*Os clitoridis* je protějškem *os penis*. *Os clitoridis* se vyskytuje u samic. Distálně se klitoris savců skládá ze tří tkáňových laloků, které jsou homologické s místem, kde se zakládají u některých hlodavců tři distální výběžky bakula (Arata et al., 1965).

Právě zde se někdy vytváří *os clitoridis* (např. u ondatry, hrabošů r. *Microtus* – Arata et al., 1965) tvořená stejně jako prstovité výběžky bakula vláknitou chrupavkou (Arata et al., 1965), která může za určitých okolností osifikovat (Zeigler, 1960).

Dle Sovové (2009) byl zaznamenán výskyt *os clitoridis* u bobrušek (Scheffer 1942), veverek (Layne, 1952, 1954; Simokawa, 1938), pytlonošů (Layne, 1954), některých hrabošů (Zeigler, 1960), křečků (Arata et al., 1965; Callery, 1951; Simokawa,

1938), některých myšovitých (např. Arata et al., 1965; Elder & Shanks 1961; Simokawa, 1938), rypoušů (Thomas, 1917 in Layne, 1954), dikobrazů (Gilbert, 1892) a morčat (Simokawa, 1938).

### **3.5. Metody zjišťování přítomnosti *os cordis***

Metody na zjišťování přítomnosti *os cordis* můžeme rozdělit na přímé a nepřímé.

Přímé metody jsou prováděny při pitvě zvířete.

Mezi nepřímé metody patří technologie využívající rentgenové záření jako jsou výpočetní tomografie, vyšetření magnetickou rezonancí nebo vyšetření za pomoci ultrazvuku.

### **3.6. Technologie využívající rentgenové záření**

Radiologie je oborem lékařství, který se zabývá medicínskými zobrazovacími metodami. Dříve se tento obor nazýval rentgenologie, dnes se můžeme také setkat s pojmem radiodiagnostika. Avšak tyto názvy nezohledňují všechny metody a možnosti, které se používají. Jejich příkladem jsou ultrazvuk a magnetická rezonance, které ale nepoužívají rentgenové paprsky k vytvoření obrazu. (Nemocnice na Homolce, 2017)

Podle použitého fyzikálního principu lze radiologické metody rozdělit na vyšetření:

- rentgenová: skiagrafie, skiaskopie, mamografie, angiografie a výpočetní tomografie neboli CT
- ultrazvuková: tzv. sonografie, ultrasonografie, ultrazvuk
- vyšetření magnetickou rezonancí: též označovaná zkratkami NMR, MR či MRI

(Nemocnice Agel Ostrava-Vítkovice)

#### **3.6.1. Rentgenové záření**

Rentgenové záření je pronikavé elektromagnetické záření o krátkých vlnových délkách o vysokých frekvencích. Rentgenové záření prochází hmotou i vakuem, jeho intenzita slábne se vzdáleností od zdroje, šíří se přímočaře, má ionizační účinky.

Vlastnostmi rentgenového záření jsou:

- Luminiscenční efekt: rentgenové záření má schopnost přeměnit se ve viditelné záření při interakci s určitými látkami.

- Fotochemický efekt: při působení rentgenového záření na fotografický materiál dochází ke změnám v jeho chemickém složení.
- Ionizační efekt: rentgenové záření nese energii, která postačuje k ionizaci atomů nebo molekul ozařované látky. Při působení na elektricky neutrální atomy se přeměňují na elektricky nabitě ionty.
- Biologický efekt: RTG záření je ve větších dávkách nebezpečné pro živý organismus. Může způsobit trvalé poškození buněk a tkání. Při působení záření na biologický materiál dochází k absorpci ionizujících částic, což způsobuje vyražení elektronů z jejich orbit a tvorbu negativně nabitých aniontů. Takto ionizované části molekul se stávají vysoce reaktivní a vedou k řadě chemických reakcí, které mohou způsobit smrt buňky nebo změnit její genetickou informaci.

(Seidl, 2012)

### **3.6.2. Skiografie**

Při snímkování RTG, které se také nazývá skiografie, dopadá záření prošlé vyšetřovanou tkání na fotografický film, který obsahuje halogenidy stříbra, v němž dochází k uvolňování stříbra z jeho vazby ve sloučenině za pomoci fotochemické reakce (Nejedlá, 2015). Hustota zčernání filmu je úměrná množství prošlého RTG záření. Vzniklý RTG fotografický obraz zobrazuje negativní zobrazení hustoty tkáně. Místa, která mají nižší hustotu (měkké tkáně) mají nižší absorpci, a proto vysoké zčernání, naopak místa s vyšší hustotou (např. kosti) mají vyšší absorpci RTG záření, a proto jsou na filmu zobrazena světle (Seidl, 2012; Nemocnice na Homolce, 2017).

### **3.6.3. Rentgenová skiaskopie**

Skiaskopie je dynamická metoda umožňující sledovat zobrazené orgány v přímo v čase jejich záznamu (Nejedlá, 2015). Technologie vyšetření je založena na schopnosti pronikání rentgenového záření tkání lidského těla a dle vlastností určitých tkání se specificky zeslabovat. K lepšímu zobrazení jednotlivých orgánů se přispívá podáním kontrastní látky. Výsledkem je obraz přenášený ve stejném čase na detektor přístroje. Obraz z vyšetření není však zaznamenáván na film, ale pomocí zesilovače a televizního řetězce je snímán a následně promítán na televizní obrazovce, kterou sleduje lékař provádějící vyšetření (Seidl, 2012; Nemocnice na Homolce, 2017).

### 3.6.4. CT – výpočetní tomografie

Ve druhé polovině šedesátých let byla vytvořena analytická matematická metoda, která umožňuje rekonstruovat výpočtem ze superprojekce matic rotujícího vektorového prostoru rovinnou skalární maticí. Tuto metodu uskutečnil prakticky Goffrey Hounsfield v konstrukci výpočetního tomografu. Přístroj byl zprovozněn v roce 1971 (Seidl, 2012). tento výpočetní tomograf produkoval pouze zobrazení s malou rozlišovací schopností s maticí 80x80 bodů. Jedno zobrazení trvalo v řádech minut, ale za nedlouho se stal jedním z nejpoužívanějších zobrazovacích metod v medicíně (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

#### 3.6.4.1. *Principy výpočetní tomografie*

Konvenční výpočetní tomografy jsou realizovány na základě dvou konstrukčních principů. Těmito konstrukcemi jsou vějířová nebo kruhová (Seidl, 2012).

U vějířového přístroje se dochází k rotaci rentgenky i detektorové soustavy. U kruhového tomografu rotuje jen rentgenka a detektory jsou umístěny po celém obvodu přístroje (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

#### 3.6.4.2. *Konstrukce výpočetního tomografu*

- **Vyšetřovací stůl s úložnou deskou pro pacienta**
  - **portál (gantry)** – vyšetřovací tunel, kterým projíždí vyšetřovací deska, na které je uložen pacient; jedná se o skříň obsahující rentgenku, detektory a mechanismus, který zajišťuje pohyb rentgenky a detektorů
  - **vysoce výkonná rentgenka**
  - **detektory**
  - **vysoce výkonný rentgenový generátor** – rentgenka musí být vysoce výkonná a tepelně odolná
  - **stůl operátora** – obsahuje klávesnici a obrazový a textový monitor
  - **počítače** – řídicí počítač (ovládá a řídí akvizici snímků) a vyhodnocovací počítač (ze surových dat - tzv. raw data – rekonstruuje obrazy a dále je zpracovává),
  - **diagnostický stůl** – studium pořízených snímků odborníkem
  - **dokumentace**
- (Seidl, 2012)

Základními prvky výpočetního tomografu jsou: 1. zobrazovací soustava složená ze zdroje záření X a detekčního systému uložená v gantry, 2. vyšetřovací stůl, 3. výpočetní systém a 4. zdroj vysokého napětí.

Helikální výpočetní tomograf umožňuje plynulé pohyby vyšetřovaného objektu v ose otáčení rotoru během kontinuálního načítání dat detekčním systémem (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002; Seidl, 2012).

Rozvoj helikálních výpočetních tomografů pokračoval od přístrojů pořizujících jednu stopu dat během rotace (single-slice nebo single-row detector CT) přes přístroje se zdvojením detektorové řady (dual-slice či doble-row detector CT) k přístrojům, které pořizují během rotace až šestnáct datových stop (multidetektorový výpočetní tomograf, multi-slice CT, multi-row detector CT, MDCT) (Seidl, 2012; Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

S rozvojem detekčního systému se také zkrátila doba jednoho otočení rotoru. V polovině 80. let trvala jedna perioda 4 s, dnes je doba jedné periody 500 ms. Dalším pokrokem je používání keramických detektorů, které umožňují významné snížení absorbované radiační dávky. Došlo také ke zlepšení ukládání získaných hrubých dat, jejich archivaci a vyhodnocení. V 90. letech se data ukládala v různých formátech dnes je používán univerzální formát DICOM (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

#### **3.6.4.3. Technický rozvoj přístrojů CT**

Technický rozvoj přístrojů CT se obvykle rozděluje do pěti generací:

**1.generace:** RTG záření vycházející z rentgenky je kolimováno do tenkého válcového svazku a po prozáření pacientem je detekováno za pomoci jednoho protilehlého detektoru, který rotuje spolu s rentgenkou.

**2.generace:** X-záření z rentgenky je usměrňováno do tvaru vějíře a po průchodu pacientem je detekováno větším počtem detektorů, které jsou umístěny v jedné řadě na kružnicové výseči naproti rentgence. Rentgenka i detektory rotují společně což urychluje vyšetření.

**3.generace:** X-záření z rentgenky je usměrňováno do tvaru širšího vějíře, podobně jako u druhé generace přístrojů. Rozdílem je umístění detektorů, které jsou umístěny na kruhovém oblouku ve více řadách. Díky tomu dochází ke snímání více řezů najednou – multi-slice. Je momentálně nejpoužívanější v moderní medicíně.

Dalším technickým vývojem 3.generace přístrojů jsou spirální vysokorychlostní multidetektorové systémy MDCT.

**4.generace:** Uspořádání detektorů je stacionární. Detektory jsou umístěny do úplného kruhu kolem pacienta, přičemž rotuje jen rentgenka.

**5.generace:** Kardio-tomograf s elektronovým svazkem – Electron Beam CT.

(Seidl, 2012)

#### **3.6.4.4. Detekční systém a detektorová soustava**

Úkolem detektorů je zachytit fotony X-záření procházejícího vyšetřovanou tkání a přeměnit je na elektrické signály, které jsou určeny pro další elektronické zpracování za účelem počítačové rekonstrukce denzních řezů. Pro detekci X-záření se nejčastěji používají dva druhy detektorů: ionizační komory plněné stlačeným plynným xenonem a scintilační detektory se scintilačními krystaly NaI(Tl), CsI(Tl) (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

V roce 1987 byl vyvinut systém klouzavých prstenců (slip-ring systém). Rotor byl vybaven kartáčovým povrchem z karbonových vláken a byla odstraněna kabeláž. Díky tomu byla umožněna kontinuální rotace detekčního systému za nepřetržité komunikace mezi statickou částí gantry a rotorem. Pro přenos hrubých dat je v současné době používán radiofrekvenční či opto-optický přenos dat mezi rotorem a statorem. (Seidl, 2012)

Rentgenka, která je používána pro výpočetní tomografii má vysokou tepelnou zatížitelnost (3,5-7,5. 10 na 6 tepelných jednotek) a to z důvodu vysokého příkonu během vyšetření. (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002)

Vyšetřovací expoziční hodnoty se pohybují u jednotlivých vrstev až po 140 kV a 500 mAs. Pomocí kolimátoru je primární svazek kolimován do vějíře. (Seidl, 2012)

Detektorová soustava je tvořena sektorem detektorů, jejichž citlivost výrazně ovlivňuje kvalitu výsledného obrazu. Počet detektorů se pohybuje kolem 1024 (Seidl, 2012).

#### **3.6.4.5. Vznik obrazu**

Základní princip je princip denzitometrický. Pomocí detekčního systému je změřen úbytek záření pohlcený prostředím mezi rentgenkou a detektorem.



Z mnohanásobné projekce jsou poté získána data o pohlcení záření ve tkáni. Superprojekcí a výpočtem založeným na Fourierově transformaci se vyhodnotí míra celkového zeslabení záření v jednotlivých bodech prostoru. Matematicky se vytvoří matice bodů (obrazové body) (Nejedlá, 2015). Ve skutečnosti odpovídají hranolům (voxely), jejichž výška je dána kolimací. Celé zobrazení v jednom řezu je tedy dáno čtyřrozměrnou maticí – první rozměr je poloha v ose X, druhý rozměr je poloha v ose Y, třetí Z-rozměr je šířka kolimace a čtvrtým rozměrem je míra zeslabení záření v daném bodě prostoru (denzita). (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002)

Rozdíly v denzitě jednotlivých bodů zobrazení se vizualizují pomocí stupňů šedi v Hounsfieldových jednotkách zavedených objeviteli CT G. N. Hounsfieldem spolu s A. L. Cormackem. Záporným hodnotám -1000 HU odpovídá vakuum a vzduch, hodnota tukové tkáně je přibližně -50 až -100 HU, denzita pro vodu je 0 HU, denzita měkkých tkání je v rozsahu 40-80 HU, kostní struktury se poté pohybují v rozmezí 100 až 1000 HU (Seidl, 2012).

K ukládání dat se používá univerzální formát DICOM, který umožňuje zpracovávat vyšetření přístroji od různých výrobců bez ztráty informací. Vzhledem ke konzultacím na různých pracovištích se někde snímkuje na filmy, které se zálohují po dobu 3 let, prakticky již všude se zálohuje na optické pásky a vyšetření lze uložit na CD-ROM, zálohovat v počítači (Peterová, 2010).

#### **3.6.4.6. Strategie vyšetření výpočetní tomografií**

Základním způsobem vyšetření je incrementové neboli krokové vyšetření, kdy jsou pro jednotlivé axiální obrazy získávána data dle topogramu a následně jsou rekonstruována vrstvu po vrstvě. Vrstvy na sebe navazují nebo je mezi nimi mezera. Geometrická přesnost tohoto vyšetření je maximální, ale 3D rekonstrukce nejsou kvalitní (Peterová, 2010).

Dalším způsobem je Dynamické krokové, incrementové vyšetření (DIECT). Vyšetření je prováděno v sekvenci vrstev v co možná nejkratším časovém odstupu (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002). Dynamické statické vyšetření se používá pro porovnání změn v objektu na stejné úrovni v průběhu časového intervalu jako je periodičita změn. Jednotlivé scany jsou prováděny v různých časových intervalech v jediné pozici vyšetřovacího stolu. (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002)

Helikální vyšetření spočívá ve volumetrickém načtení isotropaního pole hrubých dat, ze kterých jsou zpětně rekonstruovány axiální zdrojové obrazy (Peterová, 2010).

Kvantitativní vyšetření je založeno na porovnání denzity vyšetřeného obrazu s fantomy s denzitou odpovídající přesné koncentraci (Ferda, Kreuzberg, Novák, 2002).

### **3.7. Ultrazvuk**

Vyšetření ultrazvukem jinak nazývané sonografie je efektivní neinvazivní zobrazovací metoda, která využívá ultrazvukového vlnění s vysokou frekvencí pro zobrazení tkání a orgánů ve vyšetřované oblasti těla (Nejedlá, 2015). Ultrazvukové vlnění je do těla vysíláno pomocí ultrazvukové sondy, uvnitř těla se vlnění odráží od tkání a orgánů a sondou je zpět přijímáno a dále zpracováno ve dvojrozměrný obraz, který lze sledovat na obrazovce ultrazvukového přístroje. Zdrojem ultrazvukového vlnění jsou v praxi destičky křemene, které se vlivem periodického nabíjení elektrickým proudem smršťují a rozpínají, díky čemuž vzniká mechanické vlnění (Seidl, 2012).

### **3.8. Magnetická rezonance**

Magnetická rezonance (MRI – Magnetic Resonance Imaging) je neinvazivní zobrazovací metoda, která poskytuje informace o vnitřní stavbě těla a o fyziologii a funkci jednotlivých orgánů (Nejedlá, 2015; Nekula a Chmelová, 2007). Metoda je založena na fyzikálním jevu nukleární magnetické rezonance (NMR) v živých systémech. Využívá se chování některých atomových jader umístěných v silném magnetickém poli při interakci s vysokofrekvenčním elmag zářením. Výsledkem je elmag MR signál v oblasti spektra rádiových vln (MHz) (Sedlář, 2011).

Pro medicínské zobrazování jsou nejvhodnější jádra vodíku ( $^1\text{H}$ ), jednak i proto, že jsou hojně zastoupena v molekulách vody, která tvoří více než 60 % hmotnosti lidského těla. Často se zobrazují také jádra  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$  nebo  $^{31}\text{P}$  (Sedlář, 2011).

Princip magnetické rezonance spočívá v tom, že je rotující jádro umístěno v konstantním magnetickém poli  $B_0$ , dojde ke srovnání magnetických momentů (os rotace) s vnějším magnetickým polem. Osa jádra rotuje kolem směru působícího pole  $B_0$ . Pohyb vzniká při každé změně působení magnetického pole, dokud nedojde k ustálení jádra do dané polohy. Ve chvíli, kdy přestane působit vnější pole dojde k navrácení jádra do původní klidové polohy. Jakmile se přidá druhé kolmo působící (transverzální) pole  $B_T$ ,

dá se jádro znovu do pohybu a začne rotovat. Pro udržení jádra ve stálém pohybu se používá vysokofrekvenční magnetické pole, které současně rotuje v rovině XY. Při volbě velikosti prvního statického magnetického pole  $B_0$  a volby velikosti pro transverzální magnetické pole  $B_T$  se dá velice přesně určit, jaká jádra budou v rezonanci. Rezonancí je magnetický moment jádra překlopen o  $90^\circ$  do roviny XY a osa pak rotuje podle transverzálního pole. V moment, kdy dojde k odpojení transverzálního pole, rotuje jádro stále v rovině XY. Přiblížením cívky do blízkosti rotujícího magnetického momentu se indukuje napětí, které je následně měřeno. Zjednodušeně řečeno je velikost naměřeného napětí závislá na poloze a typu tkáně (Válek 2000).

### **3.9. Teleradiologie**

Teleradiologie je elektronický přenos radiologických obrazů pacientů, jako jsou například rentgenové záření, CT – výpočetní tomografie nebo magnetická rezonance (Ricke, 2003). Tyto obrazy se přenáší z jednoho místa na druhé za účelem sdílení studií s jinými radiology a lékaři. (Terra medica)

Teleradiologie umožňuje radiologům poskytovat služby, aniž by museli být na stejném místě jako pacient. To je obzvláště důležité, když je zapotřebí dílčí specialista, jako je rentgenolog MRI, neuroradiolog, dětský radiolog nebo muskuloskeletální radiolog, protože tyto odborníci se obvykle nacházejí pouze ve velkých městských oblastech a pracují během dne. Teleradiologie umožňuje vyškoleným specialistům být k dispozici 24/7. (Terra medica)

Teleradiologie využívá standardní síťové technologie, jako jsou internet, telefonní linky, rozsáhlá nebo místní síť (LAN) (Ricke, 2003). K přenosu obrazů se používá specializovaný software a umožňuje radiologovi efektivně analyzovat, stovky obrazů pro danou studii. V teleradiologii se často používají technologie jako pokročilé grafické zpracování, rozpoznávání hlasu, umělá inteligence a komprese obrazu. Prostřednictvím teleradiologie a mobilních prohlížečů DICOM lze obrázky odesílat do jiné části nemocnice nebo do jiných míst po celém světě. (Terra medica)

## 4. Metodika

Pro výzkum byly použity srdce zástupců druhu srnce obecného (*Capreolus capreolus*). Vzorky byly získány běžným odlovem v honitbách Bohumile (2900 ha) a Radlice (800 ha), které se nacházejí ve Středočeském kraji v okrese Kolín (Školní lesní podnik Kostelec na Černými lesy, 2021).

Honitba Bohumile se nachází v katastrálním území Černé Voděrady, průměrná nadmořská výška je zde 425 m n.m. Dle ČHMÚ jsou zde průměrné roční srážky 600 mm a průměrná roční teplota 7°C. Nachází se zde rozlehlé porosty bukových a smíšených lesů (NPR Kolínsko).

Honitba Radlice se nachází v katastrálním území Radlice u Barchovic, průměrná nadmořská výška je zde 329 m n.m. Dle ČHMÚ jsou zde průměrné roční srážky 600 mm a průměrná roční teplota 7°C. Nachází se zde porosty bukových a smíšených lesů (NPR Kolínsko).

Držitelem těchto honiteb je Česká zemědělská univerzita v Praze – Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy. Lov zvěře zde probíhá individuálním způsobem s profesionálním doprovodem nebo při společném lovu. (Školní lesní podnik Kostelec na Černými lesy, 2021).

### 4.1. Příprava vzorků

Vzorky srdcí zástupců druhu srnce obecného (*Capreolus capreolus*) byly rozmrazeny a ponechány ve vodě pro lepší dilataci všech oddílů srdce a lepší lokalizaci anatomických poměrů. Důležitým bodem přípravy se stala volba vhodného fixačního média.

Původním skenovacím médiem byla určena voda, ale po prvním skenování bylo rozhodnuto o jejím nahrazení etanolem. U srdce v roztoku vody se zbytkovou směsí krve nebylo možné dostatečně dobře odlišit druhy tkáně, jelikož myokard vykazoval velmi podobnou denzitu jako námi hledaná tkáň (Obrázek 12). Důvodem byla také lepší kvalita výstupního obrazu a lepší kontrast.

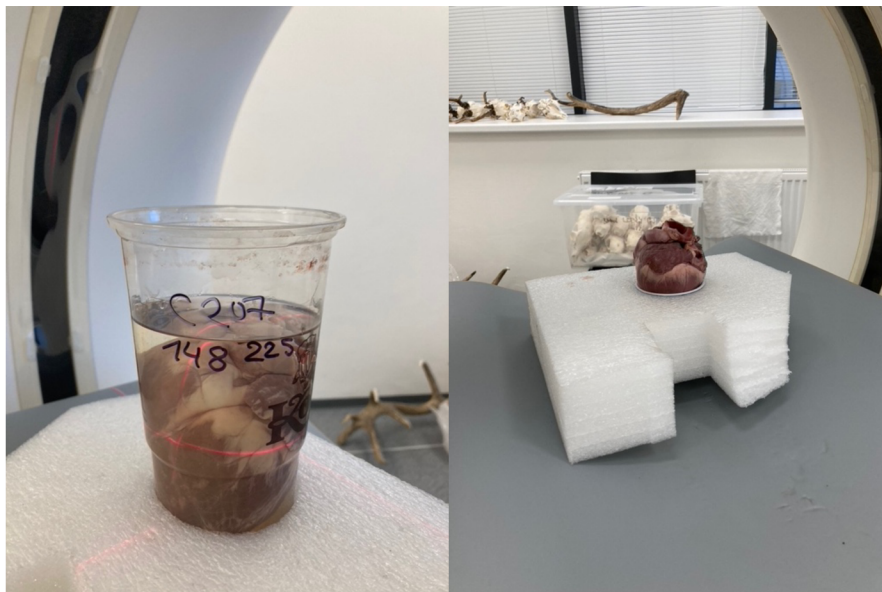
Použitím lihu bylo docíleno většího kontrastu mezi tkání myokardu a tekutinou v dutých orgánech (Obrázek 13). Hodnoty denzit se pohybovaly v rozmezí:

- Lih: -150 až -200 HU (Hounsfieldovy jednotky)
- Tkáň: 20–50 HU.

Před použitím lihu byly rozdíly jen nepatrné a to 0-10 HU u vody a pro tkáň 30-60 HU

#### 4.2. Uložení vzorků pro skenování

Srdce byla umístěna do plastových kelímků, srdečním hrotem (*apex cordis*) dolů (kaudálně) ke dnu. Ve směru vně gantry byla umístěna přední stěna srdce. (lokalizace pomocí *truncus pulmonaris*) viz Obrázek 6.



Obrázek 6 Uložení srdce pro skenování v CT (autorské foto)

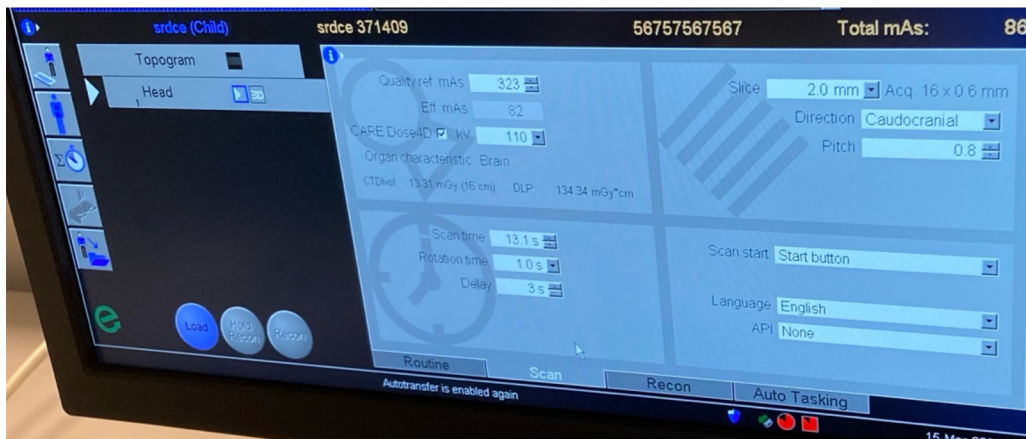
#### 4.3. Natavení skenovacích (akvizičních) parametrů

Pro skenování byl použit přístroj Siemens SOMATOM Scope CT VC40, který se nachází na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze v High-tech technologicko-výukovém pavilonu.

. Vzorky byly snímány za parametrů (Obrázek 7):

- proud rentgenky 82 mAs
- napětí rentgenky bylo 110 kV
- doba skenování 13.1 s. se zpožděním 3 s.
- řez 2.0 mm
- kolimace 16x0,6 mm
- rotace rentgenky 1.0 s/rotace

- pitch faktor 0.8.



Obrázek 7 Nastavení skenovacích parametrů na řídicím počítači CT (autorské foto)

#### 4.4. Nastavení obrazových (rekonstrukčních) parametrů a postprocessing

První rekonstrukce odpovídá akvizičním parametrům (Obrázek 8):

- šíře vrstvy 1
- překryv vrstev 0,6
- první rekonstrukční kernel D45s medium sharp (ideální poměr vhodný pro srdeční tkáň)
- 2 mm řezy s 1,4 překryvem
- okénko Mediastinum
- Field of view upraveno dle objektu zájmu, dle velikosti kelímku s preparátem

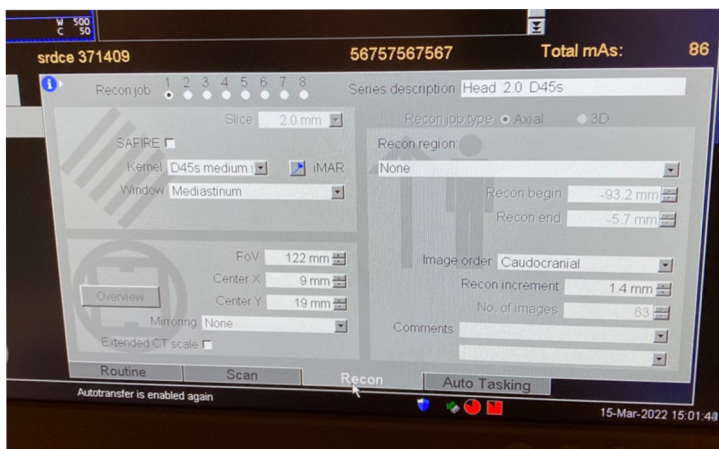
Tyto hodnoty byly zvoleny z důvodu měření objemů srdcí a os cordis.

Druhá rekonstrukce byla pro určení lokalizace a měření velikosti os cordis.

- 1 mm řezy
- překryv vrstev 0,6

Hodnoty byly upraveny pro 3D MPR, kvůli stanovení standardní měřící roviny srdce.

- Měřící rovina srdce: Apikobazální osa, srovnání na sagitálním řezu, orientace *septum interventricularis*, axiální řez nastavený kolmým příčným řezem na *septum interventricularis*.



Obrázek 8 Nastavení rekonstrukčních parametrů na řídicím počítači CT (autorské foto)

#### 4.5. Hodnocení a práce s daty

Pro měření hubertky zvolen vrt protokol zobrazení kostí.

Pro lokalizaci zvolen MPRThicknes a Thin plus pro možnost zpětného ověření dle vrt srdečního protokolu, a v některých případech VRT free view (Obrázek 14).

- 1) MPR + vrt
- 2) kvůli pozici MPR thick
- 3) MIP thin + vrt + vrt free view

Zobrazení *interseptálně* zadní chlopně *semilunární* chlopně.

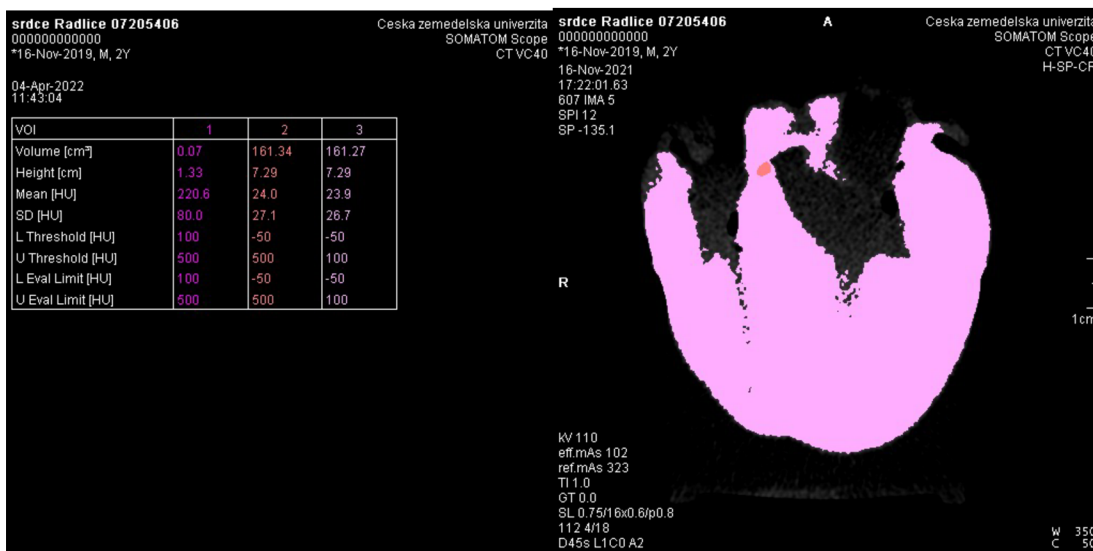
#### 4.6. CT volumetrie

Pro CT volumetrii byla použita zdrojová data první rekonstrukce. Měření probíhalo automaticky za pomoci thresholds vrchní a spodní hranice denzity cílového objektu. Při měření celkového objemu *os cordis* byla stejným způsobem měřena i její průměrná denzita. (Obrázek 9)

Nastavení thresholds:

- -50 HU 500 HU pro celkový objem srdce včetně *os cordis*.
- 100 HU – 500 HU pro měření objemu *os cordis*





Obrázek 9 Měření objemu srdce/os cordis a denzity os cordis za pomoci thresholds (autorské foto)

#### 4.7. Lokalizace os cordis

Na základě studované literatury bylo vycházeno z faktu, že se *os cordis* nachází převážně v *trigonum fibrosum dextrum*. Proto byla lokalizace primárně soustředěna do této oblasti (Balah, Bareedy, Abuel-Atta et al., 2014; Frink & Merrick, 1974).

Pro lepší lokalizaci za účelem preparace *os cordis* bylo použito nahmatání kosti skrže pravou síň a aortu, kdy prsty zmáčkne *trigonum fibrosum* a nahmatáme pozici *os cordis*. Poté bylo srdce rozříznuto od aorty k srdečnímu hrotu po straně *facies sternocostalis* a bylo vyndáno celé *trigonum fibrosum*.

#### 4.8. Preparace os cordis

Po vyndání bylo *trigonum fibrosum* vařeno po dobu dvou hodin ve vodě s malým množstvím jedlé sody (Hydrogenuhlíčan sodný, NaHCO<sub>3</sub>).

Dalším krokem při preparaci bylo očištění *os cordis* od vaziv a svaloviny za použití skalpelu a pinzety.

Poslední fází bylo bělení *os cordis* za pomoci 10% peroxidu vodíku (Dihydrogen dioxid, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), do kterého byla *os cordis* ponořena. Doba bělení byla určena dle aktuálního stupně vybělení (Obrázek 16)

#### 4.9. Vyhodnocení dat

Veškerá data byla zapsána do tabulky MS Excel a následně vyhodnocena pomocí programu Statistica 14.0. Vyhodnocení vzájemných vztahů mezi proměnnými bylo



testováno prostřednictvím jednorozměrné analýzy rozptylu (ANOVA) a následným post-hoc testem Tukey HSD.

Pro vyhodnocení vlivu objemu srdce na ostatní parametry byly naměřené objemy rozděleny do 15 kategorií viz Tabulka 1. Rozsah jedné kategorie byl určen 10 cm<sup>3</sup>.

*Tabulka 1 Rozdělení do kategorií objemů srdcí*

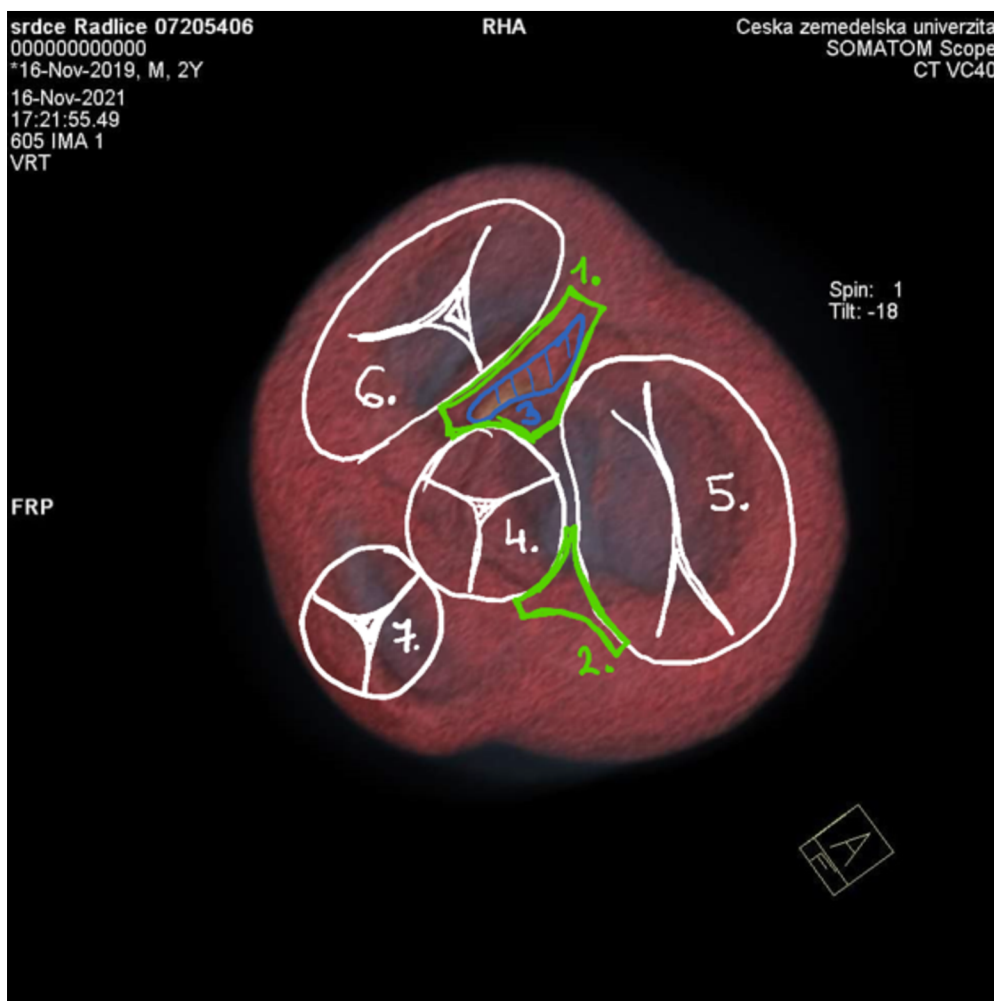
<b>Kategorie</b>	<b>Rozsah objemu srdce (cm<sup>3</sup>)</b>
1	70-80
2	80-90
3	90-100
4	100-110
5	110-120
6	120-130
7	130-140
8	140-150
9	150-160
10	160-170
11	170-180
12	180-190
13	190-200
14	200-210
15	210-220

## 5. Výsledky

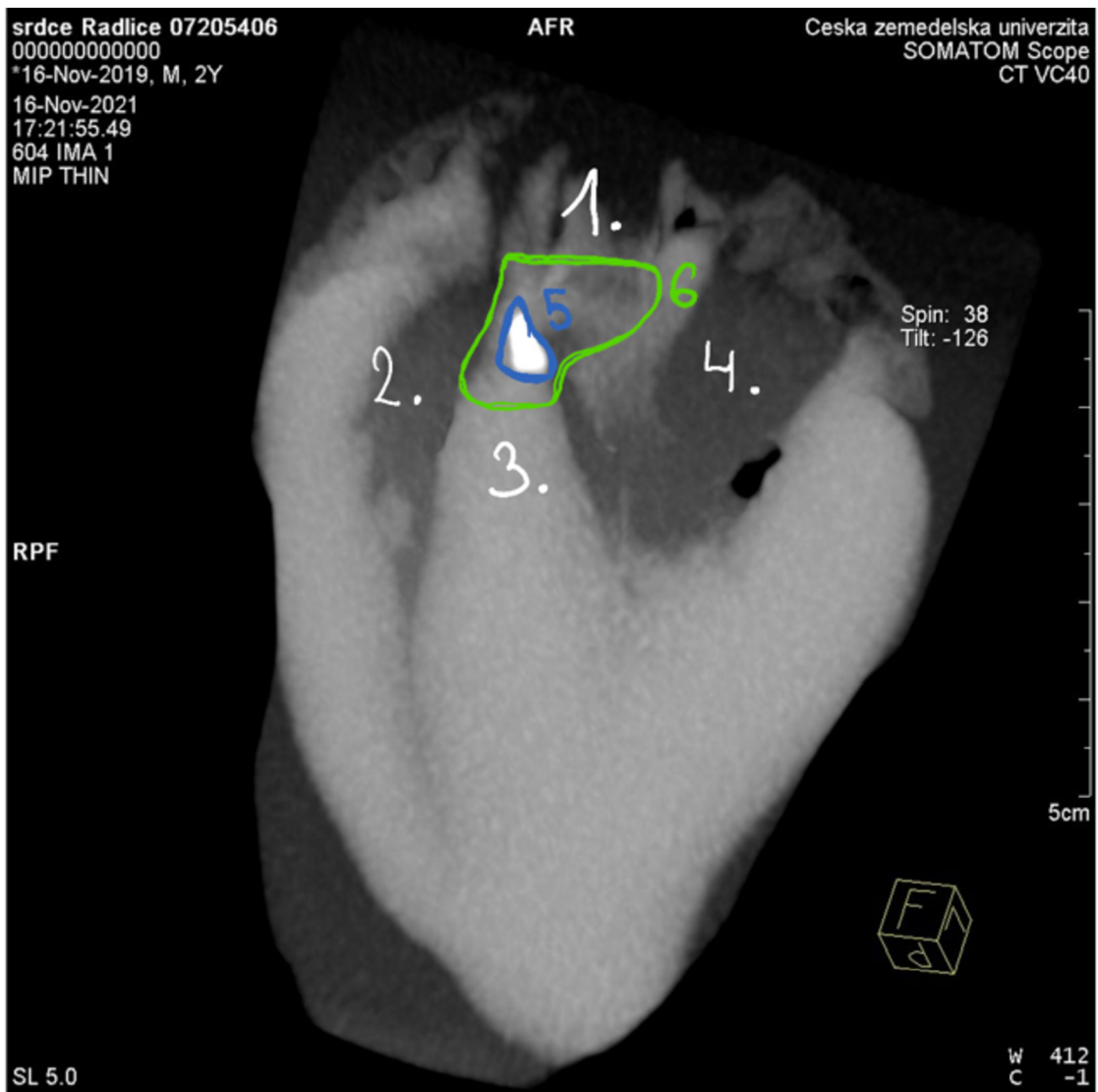
### 5.1. Výskyt *os cordis*

#### 5.1.1. Lokalizace

Anatomický popis umístění *os cordis* na axiálním řezu srdcem (Obrázek 10). Bod 1 zobrazuje oblast *trigonum fibrosu dextrum*, kde se dle našeho výzkumu nacházela všechna námi zobrazená *os cordis*. Bod 2 – *trigonum fibrosum sinistrum*. Bod 3 – *os cordis*. Bod 4 – *aortic valve* (aortální chlopeň). Bod 5 – *mitral valve* (dvojčípá chlopeň). Bod 6 – *tricuspid valve* (trojčípá chlopeň). Bod 7 – *aortic valve* (aortální chlopeň).



Obrázek 10 Umístění *os cordis* na axiálním řezu srdcem. (autorské foto)



Obrázek 11 Umístění *os cordis* na sagitálním řezu srdcem (autorské foto)

Anatomický popis umístění *os cordis* na sagitálním řezu srdcem (Obrázek 11) Bod 1 zobrazuje aortu. V bodě 2 je umístěn *ventriculus dexter* (pravá komora). V bodě 3 se nachází *septum interventriculare* (mezikomorová přepážka). V bodě 3 můžeme vidět *ventriculus sinister* (levá komora). Modře označená oblast (5) zobrazuje *os cordis*. Zelená oblast v okolí *os cordis* znázorňuje *trigonum fibrosum dextrum*.

### 5.1.2. Četnost výskytu

Výskyt *os cordis* byl zaznamenán u 43 z celkem 45 vzorků srdcí srnce obecného (*Capreolus capreolus*). Jedná se o 92,3 %.

Výskyt *os cordis* u samců se prokázal z 96,8 %. Výskyt byl zaznamenán u 31 srdcí z celkového množství 32.

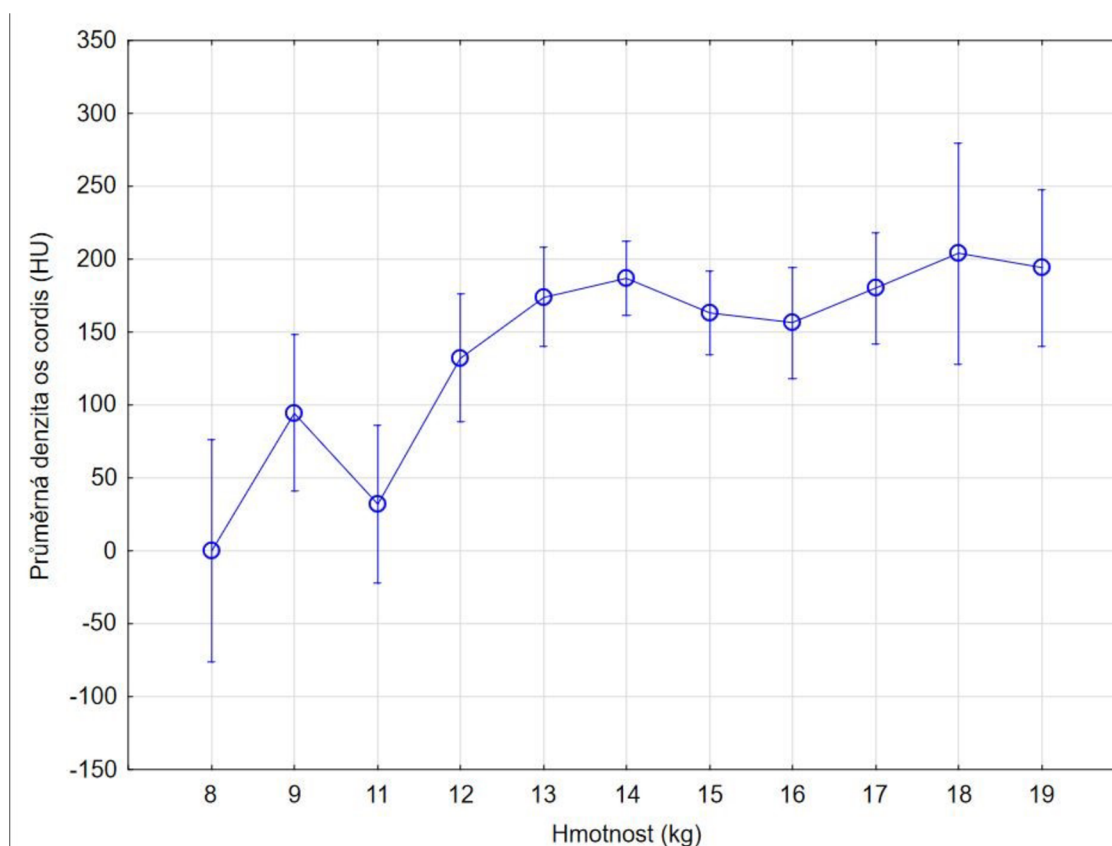
U samic byla *os cordis* detekována také v 96,8 % případů. Přítomnost byla prokázána u 12 ze 13 zkoumaných srdcí.

Výskyt *os cordis* u jedinců ve věku jednoho roku byl prokázán z 83 % při počtu 6 zkoumaných jedinců.

U jedinců ve věku dvou let byl výskyt prokázán z 92 % při počtu 14 zkoumaných jedinců.

## 5.2. Míra osifikace

Nebyla prokázána závislost mezi hmotností, pohlavím a výslednou denzitou *os cordis*, byl však zaznamenán statisticky významný vztah mezi hmotností a denzitou *os cordis* (Tabulka 2) (Graf 1). Hmotnost taktéž nevykazovala závislost na věku a pohlaví jedince.



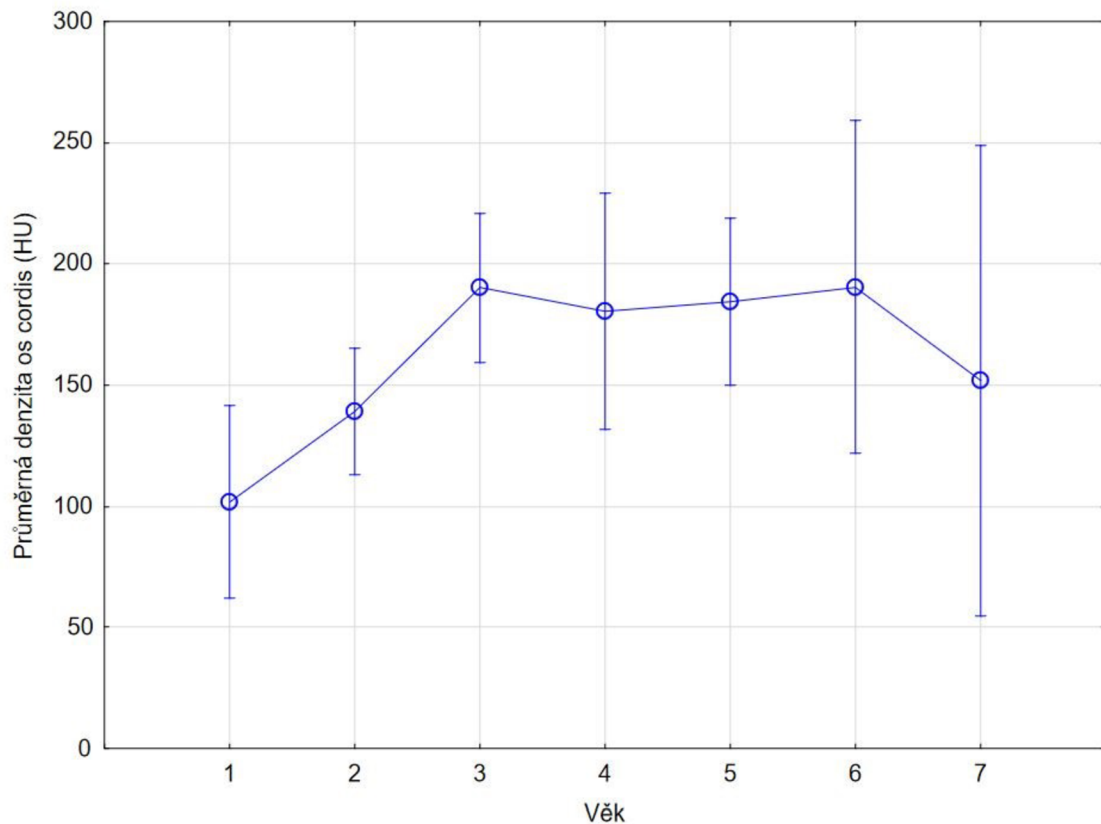
Graf 1 Průměrná denzita *os cordis* vzhledem k hmotnosti jedinců

### 5.2.1. Denzita

S narůstající hmotností jedince dochází ke zvyšování denzity *os cordis* ( $p < 0,05$ ) (Graf 2)

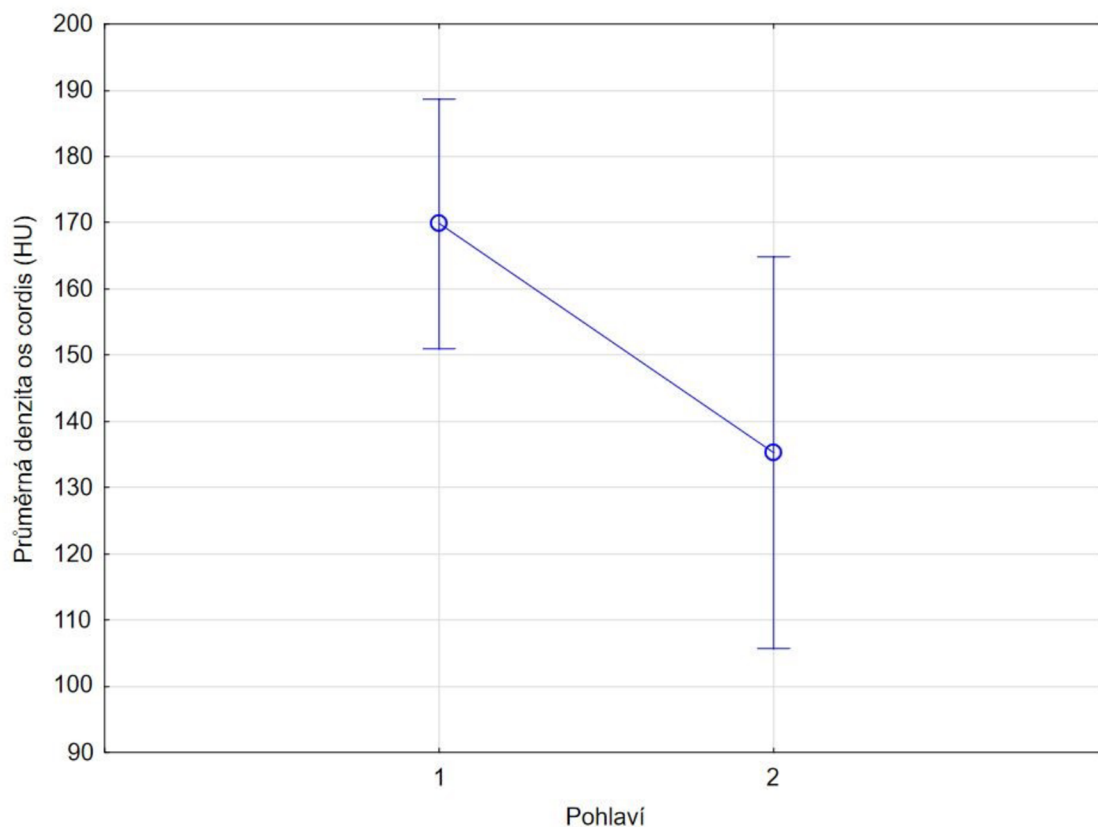
U jedinců ve věku 1 roku byla zjištěna průměrná denzita *os cordis* 101,82 HU. Pro jedince ve věku 2 roky byla naměřená průměrná hodnota denzity *os cordis* 139,24 HU. Pro tříleté jedince s výskytem *os cordis* byla naměřena hodnota 190,27 HU. U jedinců ve věku 4 roky byla zjištěna průměrná denzita *os cordis* 180,53 HU. Pětiletí jedinci měli průměrnou denzitu *os cordis* 184,45 HU. Pro jedince ve věku 6 let byla

naměřena průměrná hodnota denzity *os cordis* 190,55 HU. U nejstarších jedinců ve věku 7 let byla naměřena průměrná hodnota denzity *os cordis* 151,8 HU (Tabulka 5). Největší nárůst denzity byl zaznamenán ve věku od 1 roku do 3 let (Graf 2).



Graf 2 Růst denzity *os cordis* vzhledem k věku jedince

Rozdíl naměřených denzit *os cordis* mezi samci a samice nebyl statisticky významný. V případě samců byla naměřena průměrná denzita 169,86 HU, samice vykazovaly průměrnou hodnotu 135,22 HU (Graf 3).



Graf 3 Hodnoty denzit vzhledem k pohlaví jedince

### 5.3. Velikost *os cordis*

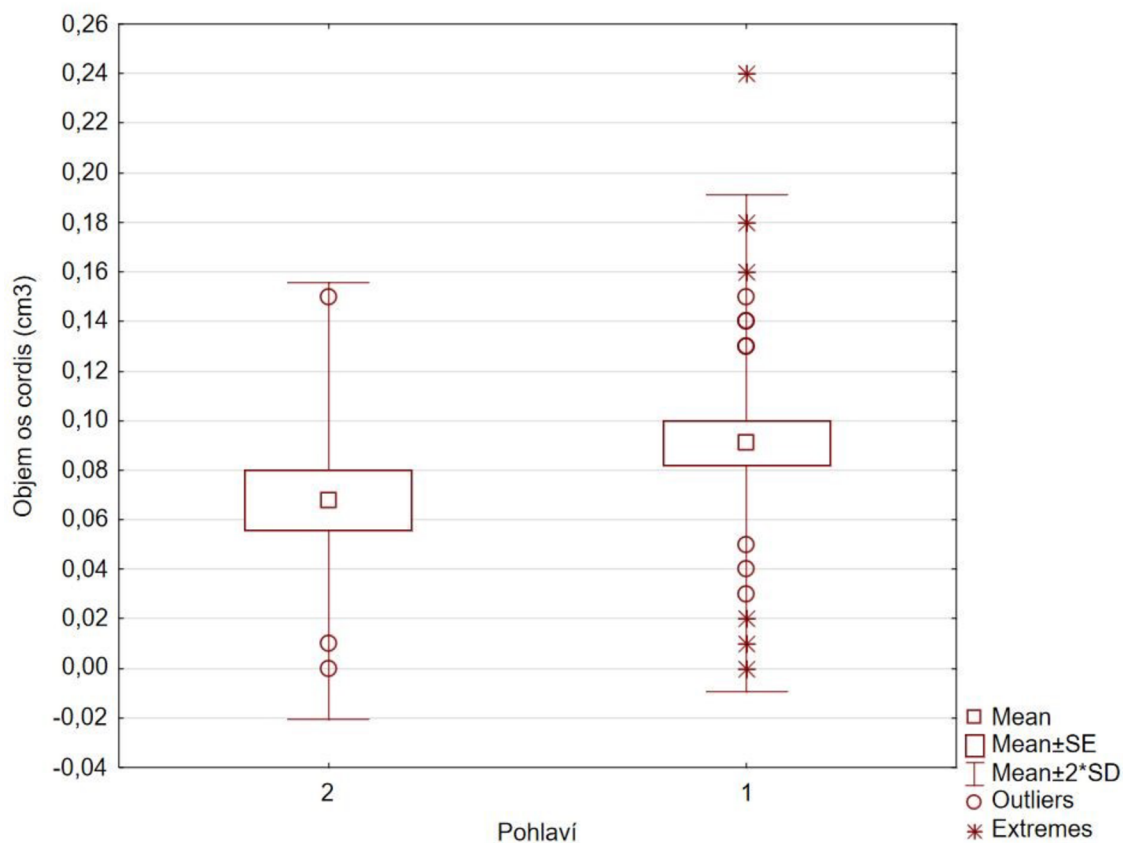
#### 5.3.1. Objem *os cordis* vzhledem k pohlaví, věku, hmotnosti

Průměrný objem *os cordis* pro samce srnce obecného byl 0,091 cm<sup>3</sup>.

Průměrný objem *os cordis* pro samice srnce obecného byl 0,068 cm<sup>3</sup> (Tabulka 3).

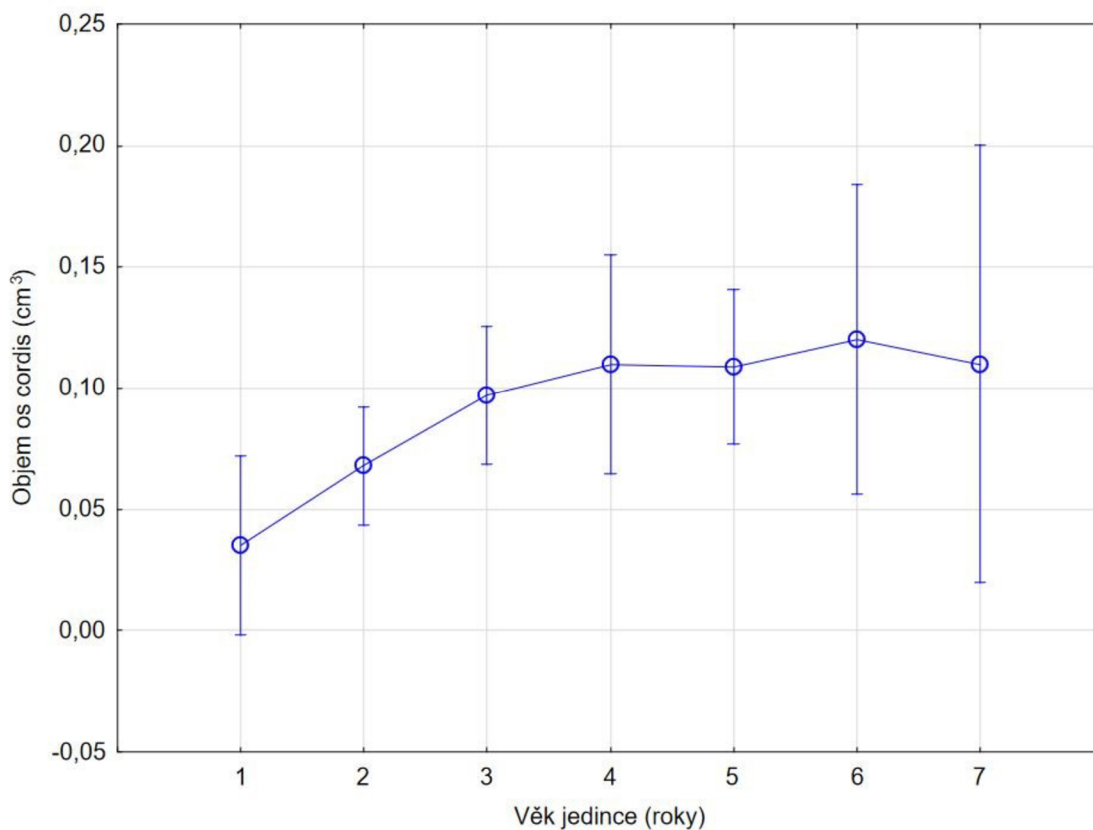
V případě posouzení vlivu pohlaví na objem *os cordis* byl zaznamenán rozdíl mezi samcem a samicí. Tento rozdíl však není statisticky významný a nelze jej tak považovat za směrodatný. Obdobný rozdíl byl zaznamenán také v délce *os cordis*. Vzhledem k nízkému počtu vzorků samic není možné tyto rozdíly statisticky prokázat (Graf 4).

Graf 4 Hodnoty objemu os cordis vzhledem k pohlaví jedince



Graf 4 Hodnoty objemu os cordis vzhledem k pohlaví jedince

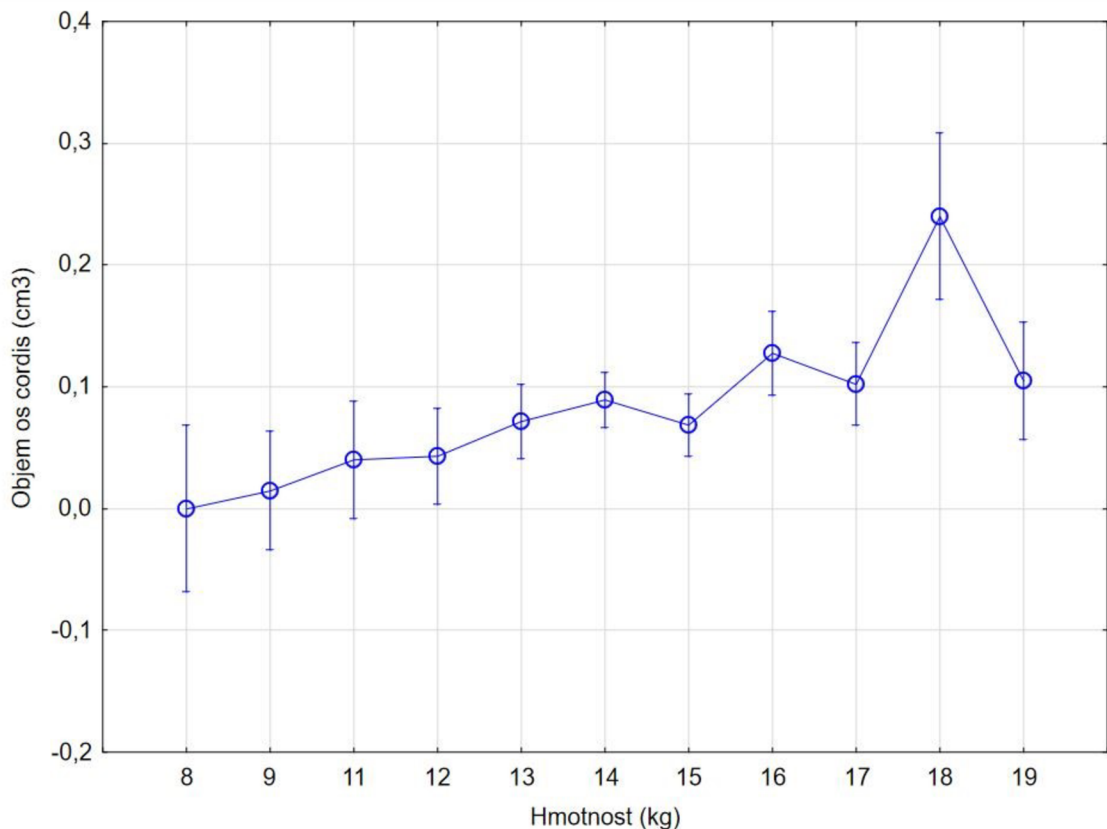
U jedinců ve věku 1 roku byla zjištěna hodnota objemu *os cordis* 0,035 cm<sup>3</sup> (Obrázek 15). Pro jedince ve věku 2 let byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,068 cm<sup>3</sup>. Pro tříleté jedince s výskytem *os cordis* byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,097 cm<sup>3</sup>. Ve věku 4 let byla průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,110 cm<sup>3</sup>. U jedinců ve věku 5 let byla zjištěna průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,109 cm<sup>3</sup>. Pro jedince ve věku 6 let byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,120 cm<sup>3</sup>. U nejstarších jedinců ve věku 7 let byla zjištěna průměrná hodnota 0,110 cm<sup>3</sup> (Graf 5).



Graf 5 Vývoj objemu os cordis vzhledem k věku jedince

U jedince s hmotností 8 kg nebyla zjištěna přítomnost *os cordis*. Pro jedince s hmotností 9 kg byla průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,015 cm<sup>3</sup>. U jedinců s hmotností 11 kg byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,040 cm<sup>3</sup>. V další váhové kategorii 12 kg byl průměrný objem *os cordis* stanoven na 0,043 cm<sup>3</sup>. V hmotnostní kategorii 13 kg byl naměřen průměrný objem *os cordis* 0,720 cm<sup>3</sup>. U jedinců s hmotností 14 kg byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,089 cm<sup>3</sup>. pro jedince s hmotností 15 kg byla průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,068 cm<sup>3</sup>. U jedinců s hmotností 16 kg byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,128 cm<sup>3</sup>. V hmotnostní kategorii 17 kg byla průměrná hodnota objemu *os cordis* stanovena na 0,103 cm<sup>3</sup>. Pro jedince ve váhové kategorii 18 kg byla naměřena průměrná hodnota objemu *os cordis* 0,240 cm<sup>3</sup> U dvou jedinců s váhou 19 kg byla naměřena hodnota průměrného objemu *os cordis* 0,105 cm<sup>3</sup>. (Graf 6)





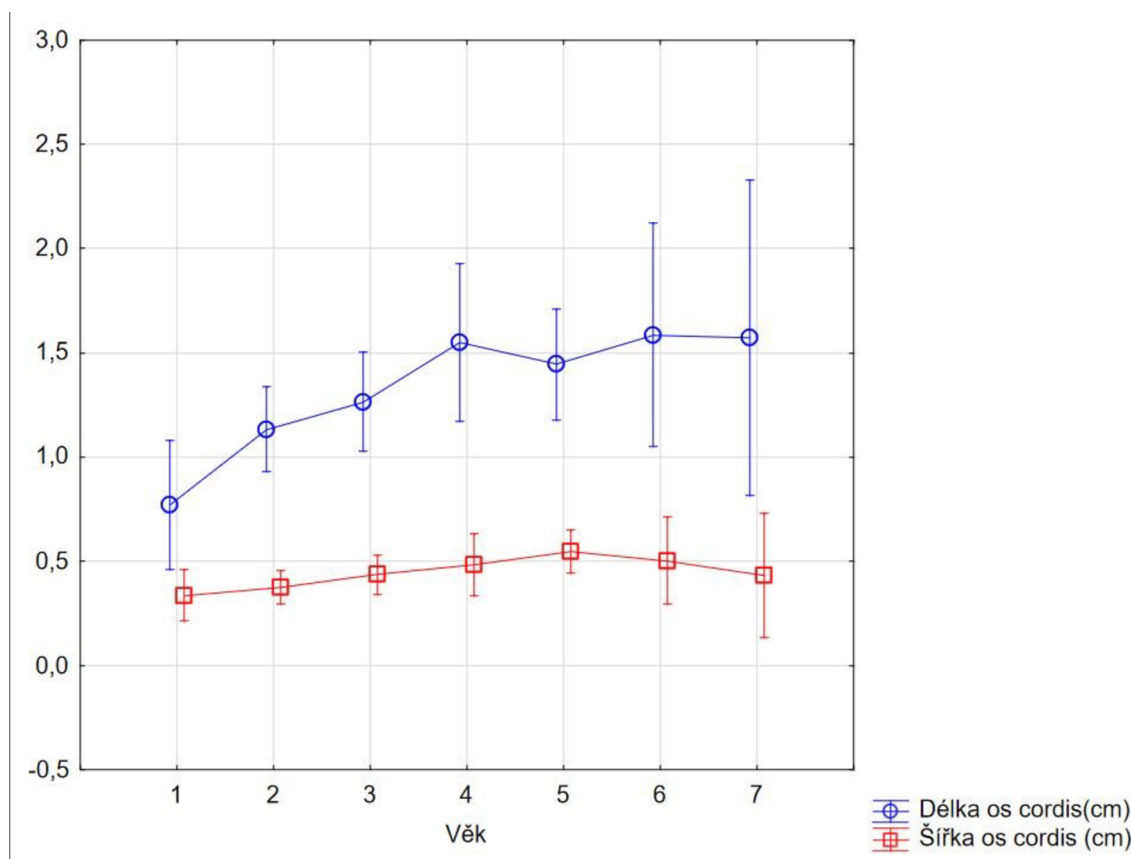
Graf 6 srovnání objemu os cordis vzhledem k hmotnosti jednice

### 5.3.2. Rozměr os cordis vzhledem k pohlaví, věku a hmotnosti

V případě posouzení vlivu pohlaví na objem *os cordis* byl zaznamenán rozdíl mezi samcem a samicí. Tento rozdíl však není statisticky významný a nelze jej tak považovat za směrodatný. Obdobný rozdíl byl zaznamenán také v délce *os cordis*. Vzhledem k nízkému počtu vzorků samic není možné tyto rozdíly statisticky prokázat.

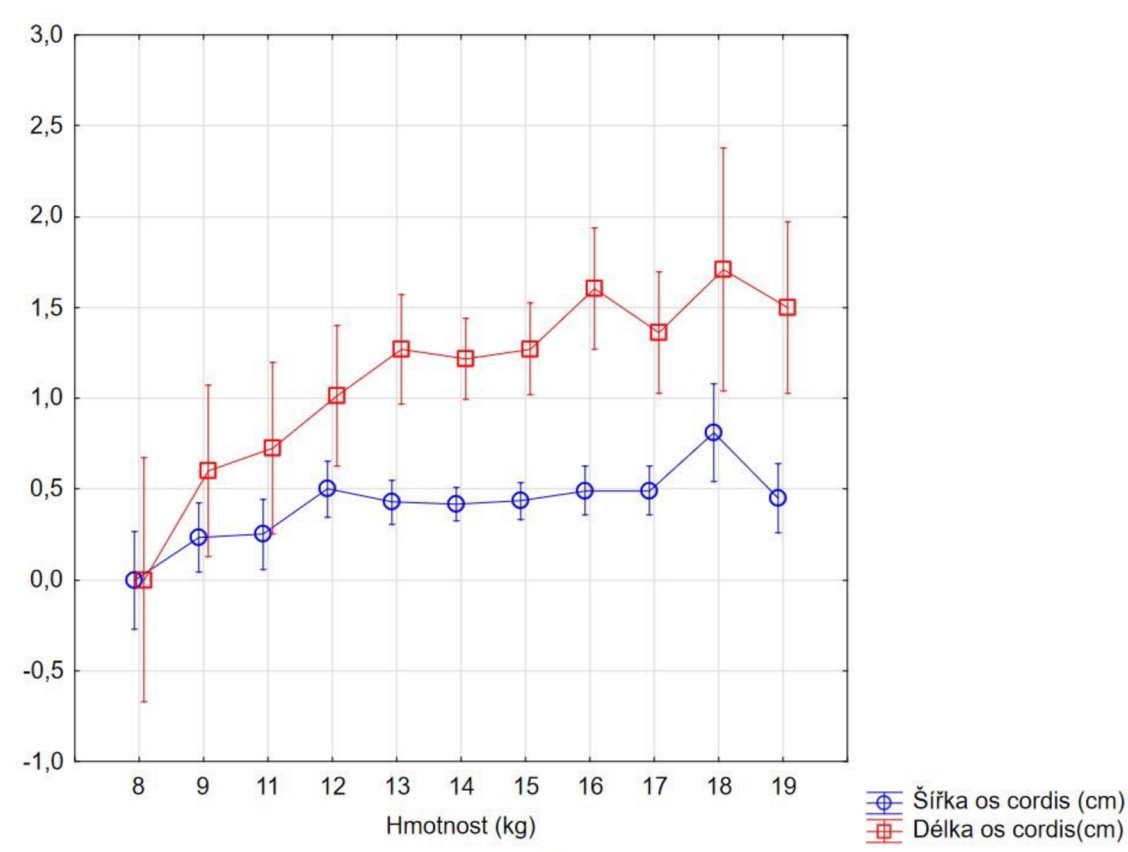
Byla zaznamenána závislost vývoje velikosti *os cordis* vzhledem k věku jedince. U jedinců ve věku 1 rok byla zaznamenána průměrná šířka 0,335 cm a průměrná délka *os cordis* 0,768 cm. Ve věku 2 roky byla naměřena průměrná délka *os cordis* 1,132 cm a průměrná šířka 0,373 cm. Ve věku 3 let byl průměrný rozměr délky *os cordis* 1,265 cm a šířky 0,433 cm. U jedinců ve věku 4 let byla naměřena průměrná hodnota délky *os cordis* 1,550 cm a šířky 0,483 cm. Ve věku pěti let byla průměrná hodnota délky *os cordis* 1,444 cm a průměrná hodnota šířky 0,545 cm. U jedinců ve věku 6 let byla naměřena průměrná hodnota délky *os cordis* 1,585 cm a šířky 0,500 cm. U nejstaršího jedince ve věku 7 let

byla naměřena délka *os cordis* 1,570 a šířka 0,430 cm (Graf 7) (Obrázek 18).



Graf 7 Vývoj velikosti (šířka, délka) *os cordis* vzhledem k věku jedince

U jedince s hmotností 8 kg se *os cordis* nevyskytovala. U jedinců s hmotností 9 kg byla průměrná šířka *os cordis* 0,24 cm a délka 0,6 cm. U jedinců s váhou 11 kg byla naměřena průměrná šířka *os cordis* 0,25 cm a délka 0,73 cm. V hmotnostní kategorii 12 kg byla průměrná šířka *os cordis* 0,5 cm a její délka 1 cm. U jedinců s váhou 13 kg byla naměřena průměrná délka *os cordis* 0,43 cm a šířka 1,27 cm. U vzorků ve váhové kategorii 14 kg byla průměrná délka *os cordis* 0,42 cm a délka 1,21 cm. U jedinců s hmotností 15 kg byla naměřena průměrná délka *os cordis* 1,27 cm a šířka 0,44 cm. U vzorků o hmotnosti 16 kg byla průměrná šířka *os cordis* 0,49 cm a délka 1,6 cm. U jedinců o hmotnosti 17 kg byla průměrná délka *os cordis* 1,36 cm a průměrná šířka byla stejná jako u jedinců o hmotnosti 16 kg. Ve váhové kategorii 18 kg byl měřen jediný zástupce a délka *os cordis* byla 1,7 cm a šířka 0,81 cm. U nejtěžších jedinců byla průměrná délka *os cordis* 1,5 cm a šířka 0,45 cm. Byla zde zaznamenána souvislost mezi hmotností a celkovým rozměrem *os cordis* (Graf 8).



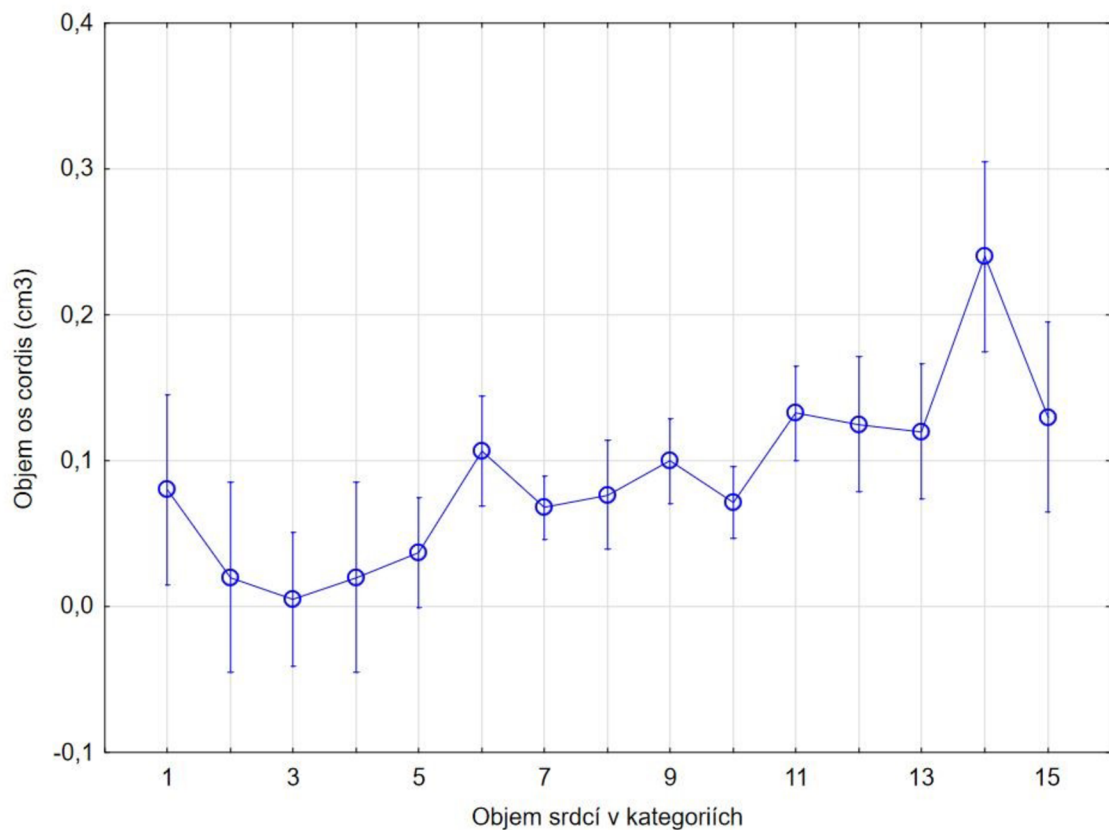
Graf 8 Porovnání celkových rozměrů (šířka a délka) os cordis s váhou jedince

#### 5.4. Objem srdce ve vztahu k objemu *os cordis*, věku jedince a hmotnosti

Bylo prokázáno, že objem srdce ovlivňuje objem nalezené *os cordis* ( $p < 0,05$ ). Narůstající objem srdce je roven narůstajícímu objemu *os cordis* (Graf 9)

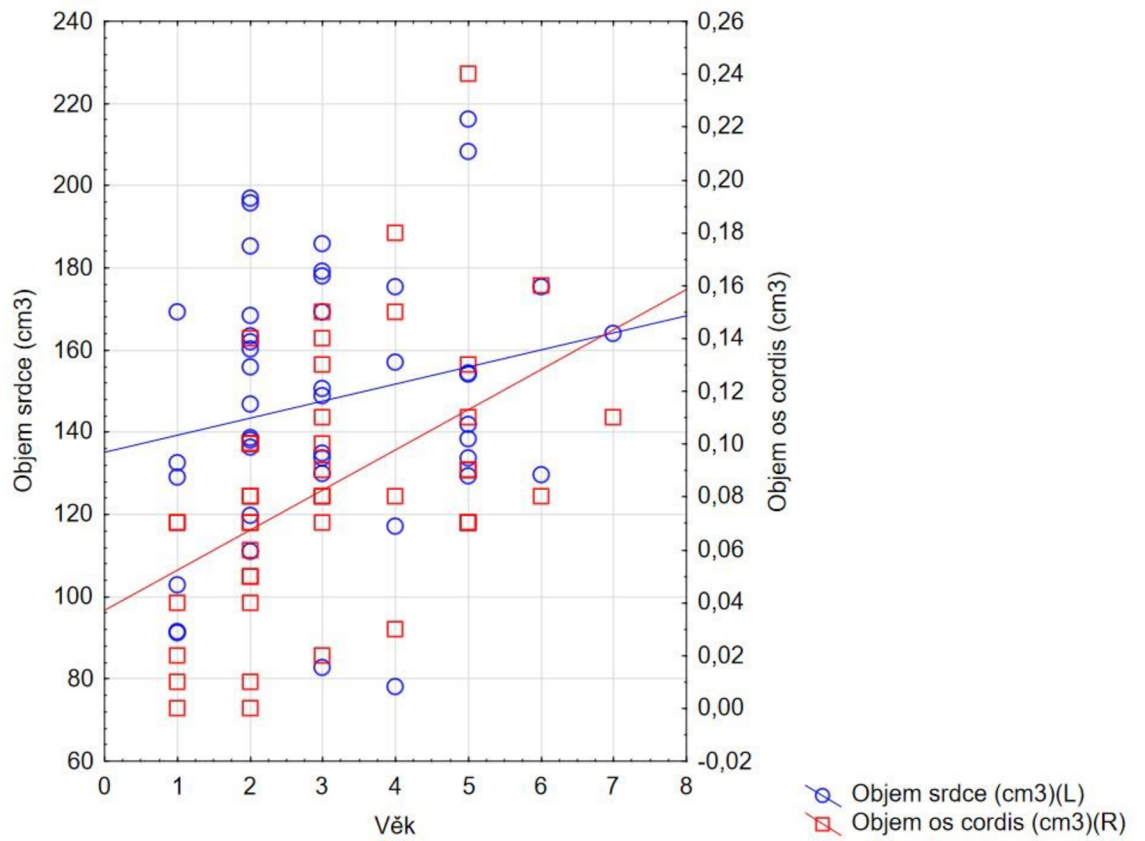
Až do kategorie 10 tedy do objemu srdce  $170 \text{ cm}^3$  byla maximální naměřená hodnota objemu  $0,1067 \text{ cm}^3$ . Největší nárůst objemu *os cordis* vzhledem k objemu srdce byl zaznamenán v kategorii 13 a 14. V kategorii 13, kde je objem srdce mezi  $190\text{-}200 \text{ cm}^3$  byl průměrný objem *os cordis*  $0,1200 \text{ cm}^3$ , v kategorii 14 pro kterou byl objem srdce v rozmezí  $200\text{-}210 \text{ cm}^3$  byl zaznamenán skokový nárůst objemu *os cordis* na dvojnásobek předchozí hodnoty a to na  $0,2400 \text{ cm}^3$ . V kategoriích 11-13 kde byl stanoven objem srdce od  $170$  do  $200 \text{ cm}^3$  byla tendence opačná. V tomto rozmezí došlo k nepatrnému zmenšení

objemu *os cordis* vzhledem k objemu srdce (Tabulka 4).



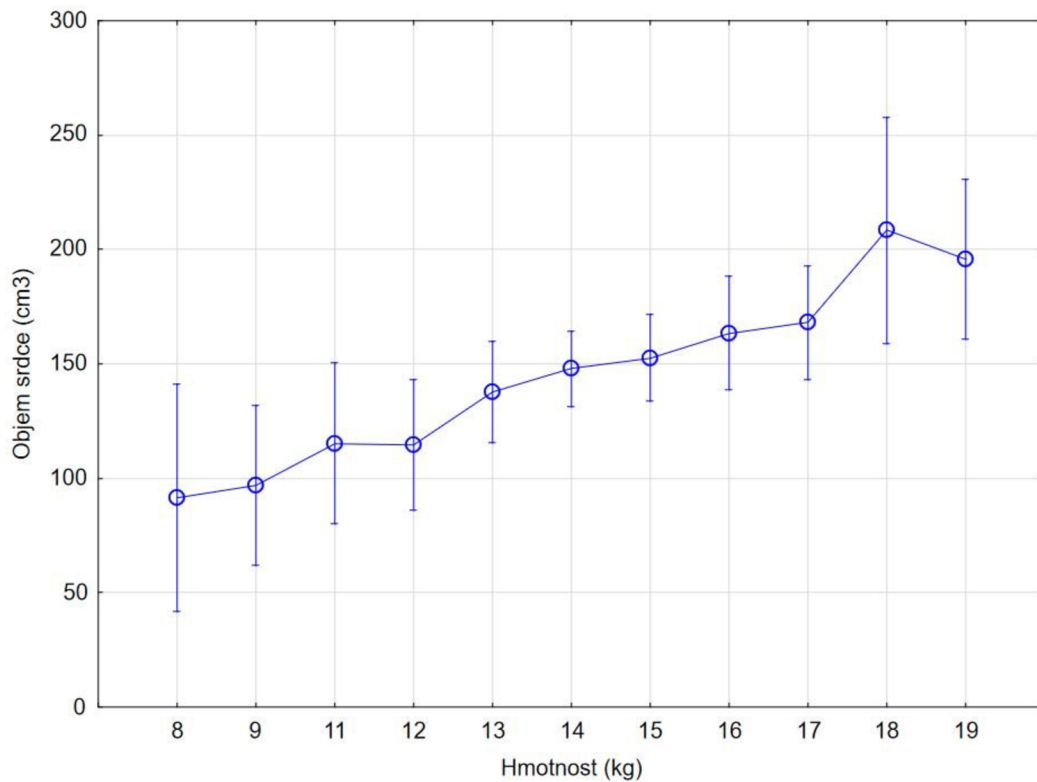
Graf 9 Srovnání kategorií objemů srdcí s objemem *os cordis*

Byla zaznamenána statisticky významná souvislost mezi objemem srdce a věkem jedince (Tabulka 5). U jedinců ve věku 1 rok byl průměrný objem srdce 119,4 cm<sup>3</sup> a průměrný objem *os cordis* 0,04 cm<sup>3</sup>. U jedinců ve věku 2 roky byl naměřen průměrný objem srdce 155,6 cm<sup>3</sup> a průměrný objem *os cordis* 0,07 cm<sup>3</sup>. Ve věkové kategorii 3 roky byla naměřena průměrná hodnota objemu srdce 149,3 cm<sup>3</sup> a průměrný objem *os cordis* 0,097 cm<sup>3</sup>. U jedinců ve věku 4 roky byla naměřena průměrná hodnota objemu srdce 131,9 cm<sup>3</sup> a objem *os cordis* 0,11 cm<sup>3</sup>. Ve věku 5 let byla naměřena průměrná hodnota objemu srdce 159,56 cm<sup>3</sup> a objem *os cordis* 0,11 cm<sup>3</sup>. U jedinců ve věku 6 let byla naměřena průměrná hodnota objemu srdce 152,55 cm<sup>3</sup> a hodnota objemu *os cordis* 0,12 cm<sup>3</sup>. U nejstarších jedinců byla naměřena hodnota objemu srdce 163,95 cm<sup>3</sup> a objemu *os cordis* 0,11 cm<sup>3</sup> (Graf 10)



Graf 10 Srovnání objemu os cordis a objemu srdce vzhledem k věku jedince

Mezi hmotností a objemem srdce byla nalezena statisticky významná souvislost (Graf 11).



Graf 11 Vztah mezi objemem srdce a hmotností jedince

## 6. Diskuse

Dle původních výzkumů (Frink & Merrick, 2017) jsme byli schopni zobrazit správnou lokalizaci. Jak popsali již Frink & Merrick (2017) *os cordis* septálně kopíruje zadní stěnu aorty a nachází se v pravém nebo levém vláknitém trigonu. V našem výzkumu se výskyt v těchto trigonech potvrdil s většinou převahou v *trigonum fibrosum dextrum*. U koní se vyskytuje chrupavka *cartilago cordis*, která se nachází výhradně v pravém trigonu srdce, zatímco v levém trigonu je přítomna jen ze 66-70 % (Schmack, 1974, Nickel et al. 1984).

Přítomnost i lokalizace *os cordis* byla v souladu s nálezy u skotu (Ghoshal, 1975, Schummer et al., 1981 a Mohammadpour, 2004), u vodního buvola (Mia, 1973), u ovce (May, 1970, a Frink a Merrick, 1974), u velblouda (Ghonimi et al. 2014), u ovce a kozy (Tipirdamaz, 1987 a Mohammadpour, a Arabi, M., 2007).

Při měření objemů srdcí může hrát roli správné rozmrazení a dilatace všech oddílů srdce. Při přípravě vzorků pro skenování hraje velkou roli zbavení srdcí nečistot a pokud možno dokonalé vypláchnutí srdcí od zbytkové krve. Touto přípravou jsme dosáhli správného zobrazení kontrastu bez anomálií, které by právě krev a nečistoty mohli vytvořit.

V případě posouzení vlivu pohlaví na velikost *os cordis* byl zaznamenán rozdíl mezi samcem a samicí. Tento rozdíl však není statisticky významný a nelze jej tak považovat za směrodatný. Obdobný rozdíl byl zaznamenán také v délce *os cordis*. Vzhledem k nízkému počtu vzorků samic není možné tyto rozdíly statisticky prokázat.

Velmi přísné omezení živin, zejména bílkovin, snižuje velikost dospělých jedinců (Berg a Butterfield, 1976; Pond a kol., 1990; Widdowson a Lister, 1991). Vliv hmotnosti na objem *os cordis* je tak zcela logický, neboť u dobře živého jedince probíhá osifikace lépe než u slabého a nemocného, nechybí mu živiny a *os cordis* je tak větší. S narůstající hmotností jedince tedy dochází ke zvyšování denzity *os cordis* ( $p < 0,05$ ). Vzhledem k malému počtu vzorků samic nemůžeme říct, že mají samice zákonitě menší *os cordis* vzhledem k hmotnosti. Podobně můžeme vycházet i u výsledku (neprokazatelného) rozdílu samců a samic. Můžeme zde mluvit o teorii, kdy samice musí věnovat živiny a energii vývoji plodu, a proto nejsou zásobeny živinami tak kvalitně, jako samci a tím pádem je u nich hubertka menší.

U kopytníků je známo že výskyt *os cordis* je normálním embryonálním procesem, kdy se velikost *os cordis* zvětšuje s věkem (Cardoso, 2019). Dle našeho výzkumu se prokázalo že objem *os cordis* roste s věkem, ale z důvodu nerovnoměrného počtu vzorků stejného věku nelze prokázat stoprocentně lineární nárůst. U dalších zkoumaných živočišných druhů je výskyt *os cordis* spíše patologickým procesem v abnormálním ukládání minerálů v tkáních (Cardoso, 2019).

Ve výzkumu od Sovové (2009) o *os clitoridis* a *os penis* bylo použito microCT. Pokud tedy srovnáme časovou náročnost provedení vyšetření jednoho vzorku pohybujeme se u microCT v řádech několika hodin. Nami srovnatelné vyšetření na CT se pohybuje v řádech minut. Jedno celkové vyšetření i s vyhodnocením trvá zhruba 20 minut. Jedinou nevýhodou je menší rozlišovací schopnost sub milimetrových objektů.

## 7. Závěr

Cílem mé práce bylo popsání vývoje *os cordis* vzhledem k věku jedince a její zobrazení na výpočetním tomografu (CT).

Výpočetní tomografie (CT) se ukázala velmi vhodnou pro výzkum *os cordis*, přinesla možnost lepšího zobrazení rozdílu denzit a tím zvýšila zhodnotitelnost a diagnostiku zobrazovaných tkání. Díky zobrazení ve vysokém rozlišení kontrastu, bylo možno lépe rozlišit struktury tkání. Další výhodou byla možnost trojrozměrné rekonstrukce pro lepší určení anatomické polohy *os cordis*.

Původním skenovacím médiem byla určena voda, po prvním skenování bylo rozhodnuto o jejím nahrazení etanolem. U srdce v roztoku vody se zbytkovou směsí krve, nešlo dostatečně dobře odlišit druhy tkáně (rozdíl denzit nebyl natolik rozdílný pro správnou zhodnotitelnost, myokard vs tekutina v dutých oddílech) jelikož měl myokard velmi podobnou denzitu jako námi hledaná tkáň. Důvodem byla také lepší kvalita a lepší kontrast pro výstupní obraz.

V rámci experimentální fáze se nám podařilo mimo zkoumaný cíl zobrazit také koronární arterie. Díky nástřiku kontrastní látkou bylo možno hodnotit jejich průchodnost a případné patologie, jako například různé stupně neprůchodnosti od drobných stenóz až po úplnou obliteraci (uzávěru). Vlivem tohoto by bylo možno posunout úroveň vyšetření a výzkumu na jinou úroveň, jelikož lze potenciálně zkoumat rozsah ICHS u dalších zvířat, jak již prokázali někteří výzkumníci jako Allan a Davies (2018) spojují tvorbu srdečních kostí u psů s náhlou smrtí, přičemž se domnívají, že tvorba chrupavek a kostí souvisí s chronickou ischémií, protože pozorovali, že lokální malé koronární tepny byly v oblasti *os cordis* u koček normální, ale u dobrmanů byly fokálně zúžené.

Kontrastní látkou bylo také možno zobrazit srdeční oddíly a měřit jejich rozměry a objem.

Výhoda práce s kadavery srdcí byla hlavně v absenci pohybu srdce. Při vyšetření kadaverů odpadá nutnost dalšího jinak potřebného vybavení – EKG synchronizace (gating popř. trigering), jakožto technologií, které tyto nežádoucí artefakty minimalizují.

Získané poznatky o výskytu a tvorbě *os cordis* mohou přispět k dalším a podrobnějším výzkumům, ve kterých by bylo vhodné shromáždit dostatek vzorků stejných věkových skupin a pohlaví, neboť malý počet vzorků samic nepřinesl možnost komplexního vyhodnocení výskytu *os cordis*.



## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- ALLAN, G.; DAVIES, S. (2018). Radiographic Signs of Joint Disease in Dogs and Cats. *Veterinary Diagnostic Radiology*. 403-433. DIO: 10.1016/B978-0-323-48247-9.00033-4
- ARATA, A., A.; NEGUS, N., C.; DOWNS, M., S. (1965). Histology, development and individual variation of complex muroid bacula. *Tulane Studies in Zoology* 12 (3): 51–64.
- BARYSHNIKOV, G., F.; VINODA-EMONDS, O., R., P.; ABRAMOV, A., V. (2003). Morphological variability and evolution of the baculum (*os penis*) in Mustelidae (*Carnivora*). *Journal of Mammalogy* 84(2): 673–690.
- BERG, R. T., BUTTERFIELD R. M. (1976). *New Concepts of Cattle Growth*. Sydney University Press, Sydney, Australia.
- CALLERY, R. (1951). Development of the os genitale in the golden hamster, *Mesocricetus (Cricetus) auratus*. *Journal of Mammalogy* 32(2): 204–207.
- ČERVENÝ, Č.; KOMÁREK V.; ŠTĚRBA, O. (1999). *Koldův atlas veterinární anatomie*. Praha: Grada, 701 s. ISBN 8071693529.
- ČERVENÝ, J.; ŠTASTNÝ, K.; FARKAČ, J.; KOUBEK, P.; NOVÁKOVÁ, P. (2016). *Zoologie lesnická*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o. 342 s. ISBN 978-80-213-2692-7.
- ČIHÁK, R. (1997). *Anatomie 3*. Praha: Grada, 672 s. ISBN 80-7169-140-2.
- DAGHASH, S., M.; FARGHALI, H., A., M. (2017). The cardiac skeleton of the Egyptian Water buffalo (*Bubalus bubalis*). *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci* 4: 1–13.
- DIXSON, A., F. (1995). Baculum length and copulatory behaviour in carnivores and pinnipeds (grand order Ferae). *Journal of Zoology* (London) 67–76.
- DUPUY, G. (2011). *La croix du cerf. L'os du cœur du cerf*, „Les Cahiers Cynégétiques du Naturaliste” 4nr. Paříž: Mondbel, 54 s.
- EGERBACHER, M.; WEBER, H.; HAUER, S. (2000). Bones in the heart skeleton of the otter (*Lutra lutra*). *Journal of Anatomy* 196(3): 485–491. DOI: 10.1046/j.1469-7580.2000.19630485.x
- ELDER, W., H.; SHANKS, C., E. (1961). Age changes in tooth wear and morphology of the baculum in muskrats. *Journal of Mammalogy* 43(2): 144–150.

- FELDHAMER, G., A; DRICKAMER, L., C.; VESSEY, S., H; MERRITT, J., F (2004). *Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology*. New York: McGraw Hill, 563 s.
- FERDA, J.; KREUZBERG, B.; NOVÁK, M. (2002). *Výpočetní tomografie*. Praha: Galén, 663 s. ISBN 80-7262-172-6.
- FRINK R., J; MERRICK, B. (1974). The sheep heart: coronary and conduction system anatomy with special reference to the presence of an os cordis. *Anatomical record* 179: 189–200.
- GEISSMANN, T.; LIM, K., K., P. (1994). Extraction of bacula from tanned gibbon skins. *Raffles Bulletin of Zoology*. 42(4): 775–780.
- GILBERT, T. (1892). *Das Os priapi der Säugethiere*. Morphologisches Jahrbuch 18: 805–831.
- GRZIMEK, B. (1990). *Artiodactyla*. Pp. 1-639 in S Parker, ed. Grzimek's Encyclopedia of Mammals, Vol. 5, 1st Edition. New York: McGraw-Hill.
- GRZIMEK, B. (2003) *Grzimek's Animal Life Encyclopedia, Mammals IV*, 2nd edition. Farmington Hills, Michigan, USA: Gale Group. 2003. 15: 263–417
- HANZAL, V. (2016). *Myslivost I*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o., 392 s. ISBN 978-80-87668-23-8.
- HOBDAY, A., J. (2000). Where is the human baculum? *Mankind Quarterly* 41(1): 43–58.
- HOOVER, E., T.; HART, B., S. (1962). A synopsis of recent North American Microtine rodents. Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan. 1-68.
- HOSKEN, D., J.; JONES, K., E.; CHIPPERFIELD, K. (2001). Is the bat os penis sexually selected? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 450–460.
- CHAPMAN, B.; TRANI, M. (2007). Feral Pig (*Sus scrofa*). The Land Manager's Guide to Mammals of the South. Durham, NC: The Nature Conservancy and the US Forest Service, Southern Region. 540–544.
- JAMES, T., N. (1965). Anatomy of the sinus node, AV node and os cordis of the beef heart. *Anatomical record* 153: 361–372.
- JELLISON, W., B. (1945). A suggested homolog of the os penis or baculum of mammals. *Journal of Mammalogy* 26: 146–147.

- KAUDERN, W. (1910). *Studien über die männlichen Geschlechtsorgane von Insectivoren und Lemuriden. Zoologische Jahrbucher Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere.* Stockholm, 106 s.
- KELLY, D. A. (2000). Anatomy of the baculum-corpora cavernosum interface in the norway rat (*Rattus norvegicus*), and implications for force transfer during copulation. *Journal of Morphology* 244: 69–77.
- KOMÁREK, V.; ŠTĚRBA, O.; FEJFAR, O. (2001). Anatomie a embryologie volně žijících přežvýkavců, Praha: Grada Publishing, 452 s. ISBN 80-7169-853-9.
- LAYNE, J., N. (1952). The os genitale of the red squirrel, *Tamiasciurus*. *Journal of Mammalogy* 33(4): 457–459.
- LAYNE, J., N. (1954). The os clitoridis of some North American Sciuridae. *Journal of Mammalogy* 35(3): 357–366.
- LIDICKER, W., Z. (1968). A phylogeny of New Guinea rodent genera based on phallic morphology. *Journal of Mammalogy* 49(4): 609–643.
- LÖNNBERG, E. (1902). On the female genital organs of Cryptoprocta. *Bihang till Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* 28(4): 11.
- MELIS, C.; SZAFRANSKA P.; JEDRZEJEWSKA B.; BARTON, K. (2006). Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. *Journal of Biogeography* 33(5): 803–811.
- MOITTIÉ, S.; BAIKER, K.; STRONG, V. et al. (2020). Discovery of os cordis in the cardiac skeleton of chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Sci Rep* 10 (9417).
- Myslivosť: stráž myslivosti časopis pro myslivce, kynology, střelce a přátele přírody: Úprava ostatních trofejí, 2011. 2011. Praha. ISSN 0323214X.
- NEJEDLÁ, M. (2015) *Klinická propedeutika pro studenty zdravotnických oborů.* Praha: Grada Publishing, 240 s. ISBN 978-80-247-4402-5.
- NEKULA, J.; CHMELOVÁ, J. (2007). *Základy zobrazování magnetickou rezonancí, 1. vyd.* Ostrava: Zdravotně sociální fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, 63 str. ISBN 978-80-7368-335-1.
- PATTERSON, B., D.; THAELER, C., S. (1982). The mammalian baculum: hypotheses on the nature of bacular variability. *Journal of Mammalogy*. 63(1): 1–15.

- PETEROVÁ, V., et al. (2010). CT-základy vyšetření, indikace, kontraindikace, možnosti, praktické zkušenosti. *Medicína pro praxi* 7(2): 90–94.
- POND, UT.G.; YEN, J.-T.; MERSMANN H. J.; MAURER, R. R. 1990. *Reduced mature size in progeny of swine severely restricted in protein intake during pregnancy*. *Growth Dev. Aging* 54:77.
- REECE, W., O. (2011). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Praha: Grada, 480 s. ISBN 9788024732824.
- RICKE, J., et al. (2003). Teleradiologie. *Der Onkologe* 9(1): 37–40.
- RODRÍGUEZ-LUENGO J., L.; FANDOS, P.; SORIGUER, R. (2007). *Ovis aries* Linnaeus, 1758. (*Ovis aries Linnaeus, 1758.*) In: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos de España* Madrid, Spain: *Dirección General para la Biodiversidad-SECEM – SECEMU*, 371–373.
- SAVAGE, R., J., G.; LONG, M., R. (1986). *Mammal Evolution: An Illustrated Guide*. New York: Facts of File Publications, 259 s. ISBN 9780816011940.
- SEIDL, Z. (2012). *Radiologie pro studium i praxi*. Praha: Grada, 372 s. ISBN 978-80-247-4108-6.
- SCHEFFER, V., B. (1942). An os clitoridis from *Aplodontia*. *Journal of Mammalogy* 23: 443.
- SCHMACK, K.H. (1974). *Die Ventilebene des Herzens bei Pferd, Rind und Hund*. Dissertation, Veterinary Medicine, University of Giessen.
- SCHUMMER, A.; WILKENS, H.; VOLLMERHAUS, B.; HABERMEHL, K. H. (1981). *The anatomy of the domestic animals. Volume 3. The circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the domestic mammals*. Springer US: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 612 s. ISBN 978-0-387-91193-9.
- SIMOKAWA, S. (1938). Einige Bemerkungen über den Clitorisknochen. Keiso, *Journal of Medicine* 9: 273–282.
- SIMPSON, C. (1984). *Artiodactyls. Orders and Families of Recent Mammals of the World*. New York: John Wiley and Sons.

SMIRNOV, D., G.; TSYTSULINA, K. (2003). The ontogeny of the baculum in *Nyctalus noctula* and *Vespertilio murinus* (*Chiroptera: Vespertilionidae*). *Acta Chiropterologica*. 5(1): 117–123.

SOVOVÁ, J. (2009). Ontogenetický vývoj os penis a přítomnost os clitoridis u vybraných druhů hlodavců [Ontogenetic development of os penis and distribution of os clitoridis in selected species of rodents] – *Department of Zoology, Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic*. 33 s.

STARCK, D. (1995). *Lehrbuch der Speziellen Zoologie*, Band II. Wirbeltiere, Teil: 5. Säugetiere. Gustav Fischer Verlag, Jena – Stuttgart – New York, 1241 s. ISBN: 9783827409300.

VÁLEK, V.; ŽIŽKA, J. (2000). *Moderní diagnostické metody. III.díl, Magnetická rezonance*. 1.vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 43 s. ISBN 80-7013-225-6.

VAUGHN, T., A.; RYAN, J., M.; CZAPLEWSKI, N., J. (2000). *Mammalogy*, 4th edition. Brooks-Cole, Fort Worth, 672 s.

VAZQUEZ, N.; DOS SANTOS, D.; PÉREZ W.; ARTIGAS R.; SORRIBA V. (2019). Gross Anatomy of the Heart of Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Journal of Morphological Sciences* 36 (03): 190–195 [online]. ISSN 2177-0298.

WIDDOWSON, E. M.; LISTER, D. 1991. *Nutritional control of growth*. In: *A. M. Pearson and T. R. Dutson, (Ed.) Growth Regulation in Farm Animals*. Advances in Meat Research. Vol. 7, pp 67-101. Elsevier Science Publishers, New York.

WILSON, D., E.; REEDER, D., M. (1993). *Mammal Species of the World, A Taxonomic and Geographic Reference*. 2nd edition. Washington D. C.: Smithsonian Institution Press, 1206 s. ISBN 1-56098-217-9.

ZEIGLER, A., C. (1960). Occurrence of os clitoridis in *Microtus*. *Journal of Mammalogy* 42(1): 101–103.

Webové stránky:

CARDOSO, P.G.S. et al.; Dystrophic mineralization in uremic dogs: an update. *Pesquisa Veterinária Brasileira* [online]. 2019, v. 39, n. 11 [Accessed 3 April 2022], pp. 889-899. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6250>>. Epub 02 Dec 2019. ISSN 1678-5150.

Co je to radiologie? Radiologie je obor lékařství zabývající se medicínskými zobrazovacími metodami. Nemocnice Agel Ostrava-Vítkovice: Oddělení radiologie Vítkovické nemocnice [online]. [cit. 2021-8-30]. <Dostupné z: <https://nemocniceostravavitkovice.agel.cz>>

Co je to radiologie? Radiologie je obor lékařství zabývající se medicínskými zobrazovacími metodami. Nemocnice na Homolce: Radiodiagnostické oddělení [online]. [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://www.homolka.cz>

Černé Voděřady, Jevany, Vyžlovka – Voděradské bučiny – NPR – Kolínsko – Cesty a památky. Cesty a památky [online]. Dostupné z: <https://www.cestyapamatky.cz/kolinsko/cerne-voderady/voderadske-buciny-npr>

DE ALMEIDA LIMA, C. H.; HENRIQUE INHAUSER, A.; RÚBIA, D.; ANGÉLICA, M. Tomografia computadorizada del hueso cardíaco en un cordero (*Ovis aries* Linnaeus, 1758): Array. Revista MVZ Córdoba, [S. l.], v. 27, n. 1, p. e2153, 2021. DOI: 10.21897/rmvz.2153. Disponível em: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/e2153>. Acesso em: 3 abr. 2022.

DON E. WILSON; DEEANN M. Reeder (editors). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2,142 pp. (Available from Johns Hopkins University Press, 1-800-537-5487 or (410) 516-6900 <http://www.press.jhu.edu>).

GEIST, V. "roe deer". Encyclopedia Britannica, 13 Feb. 2018, <https://www.britannica.com/animal/roe-deer>. Accessed 29 March 2022.

KEULING, O.; LEUS, K. 2019. *Sus scrofa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T41775A44141833. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T41775A44141833.en>. Accessed on 29 March 2022.

LOVARI, S., HERRERO, J., MASSETI, M., AMBARLI, H., LORENZINI, R. & GIANNATOS, G. 2016. *Capreolus capreolus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T42395A22161386. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T42395A22161386.en>. Accessed on 29 March 2022

Otázky a odpovědi k ultrazvuku. Nemocnice na Homolce: Radiodiagnostické oddělení [online]. Praha, 2017 [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://www.homolka.cz>

POPLIN, F. Origine du Mouflon de Corse dans une nouvelle perspective paléontologique: par mar – ronnage. Annales de génétique et de sélection animale, INRA Editions, 1979, 11 (2), pp.133-143. hal-00893114, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00893114>

Portál ČHMÚ: Historická data: Počasí: Mapy charakteristik klimatu. Portál ČHMÚ: Home [online]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>

Portál ČHMÚ: Home [online]. Copyright © [cit. 10.04.2022]. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky\\_klimatu/img/T8110.gif](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/charakteristiky_klimatu/img/T8110.gif)

SEDLÁŘ, M. (2011). Magnetická rezonance [online]. 1-87 [cit. 2021-8-30]. Dostupné z WWW: <<https://docplayer.cz/12926373-Magneticka-rezonance-martin-sedlar-2011-sedlar-m-mail-muni-cz.html>>

Skiagrafická vyšetření. Nemocnice na Homolce: Radiodiagnostické oddělení (2017) [online]. Praha, [cit. 2021-8-30]. Dostupné z WWW: <<https://www.homolka.cz>>

Skiaskopické vyšetření: Obecné informace. Nemocnice na Homolce: Radiodiagnostické oddělení [online]. Praha, 2017 [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://www.homolka.cz>

Skiaskopie: Skiografie. Nemocnice Jihlava: Úsek radiodiagnostiky [online]. Jihlava, 2011 [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://m.nemji.cz>

Skiaskopie. Pardubická nemocnice: Radiodiagnostika [online]. Pardubice [cit. 2021-8-30]. Dostupné z: <https://pardubice.nempk.cz>

Školní lesní podnik Kostelec na Černými lesy: Lesní správa, myslivost a rybářství. Školní lesní podnik Kostelec na Černými lesy: Střediska [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2021, 2021 [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://slp.czu.cz/cs/r-11201-strediska/r-11354-lesni-sprava-myslivost-a-rybarstvi>

Teleradiology [online]. Itálie: Terra medica [cit. 2021-8-30].

## 9. Přílohy



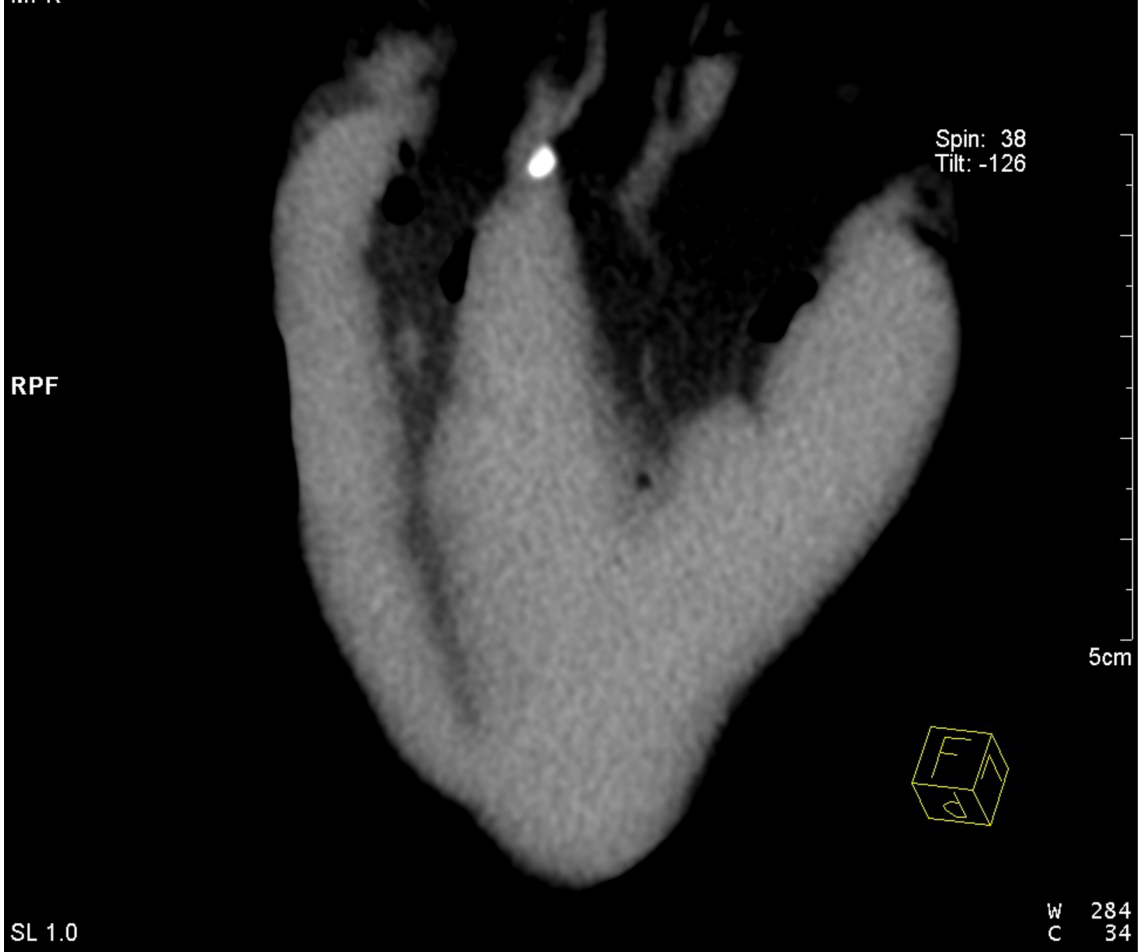
Obrázek 12 Srdce skenované ve vodě (autorské foto)



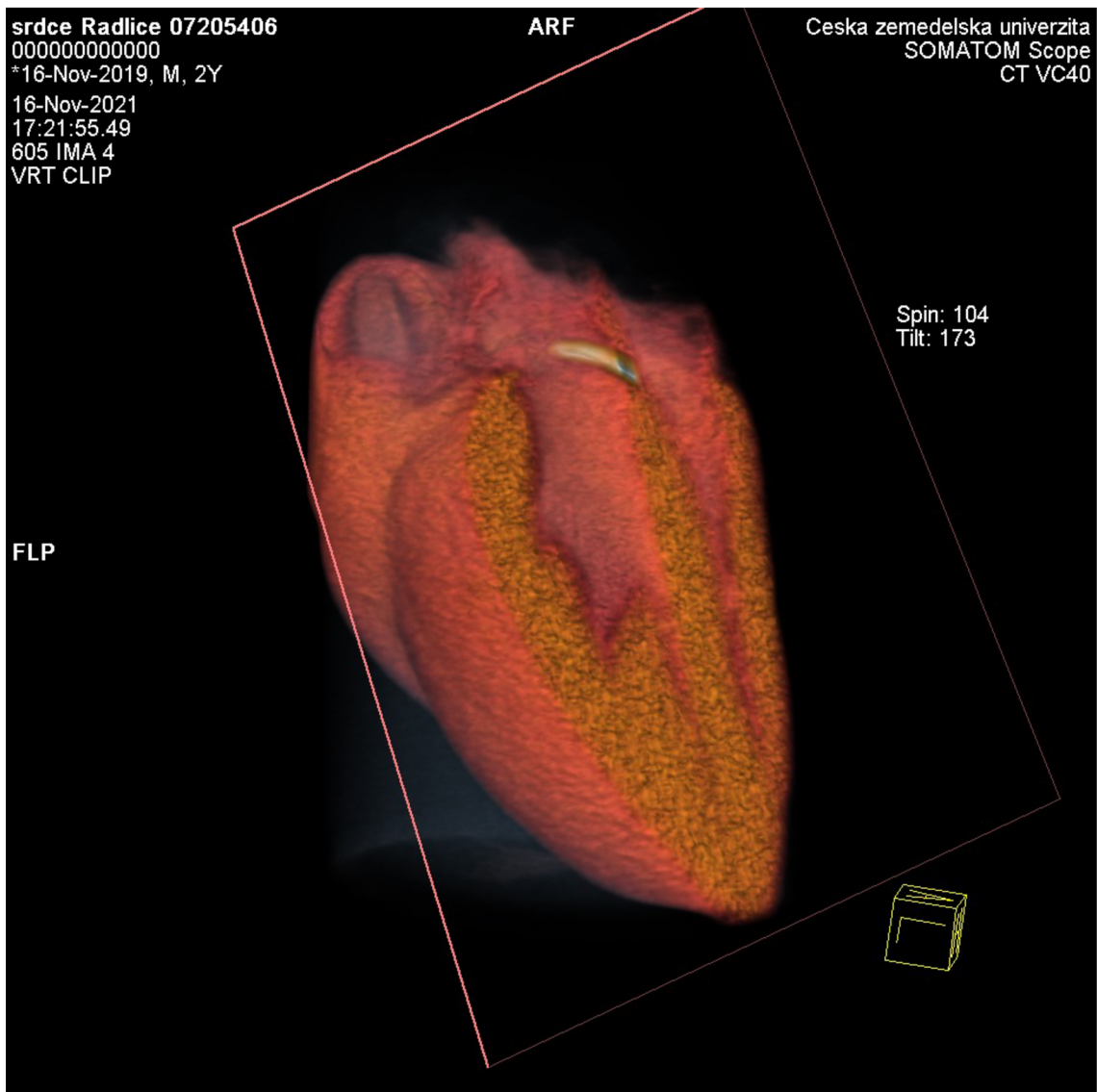
srdce Radlice 07205406  
000000000000  
\*16-Nov-2019, M, 2Y  
16-Nov-2021  
17:21:55.49  
602 IMA 2  
MPR

AFR

Ceska zemedelska univerzita  
SOMATOM Scope  
CT VC40



Obrázek 13 Srdce skenované v roztoku lihu (autorské foto)



Obrázek 14 Lokalizace os cordis ve 3D free wiew (autorské foto)



Obrázek 15 Nejmenší námi nalezená os cordis (samice, 1 rok, 9 kg) (autorské foto)



Obrázek 16 Os cordis v různém stupni vybělení (autorské foto)



Obrázek 17 Největší nalezená os cordis (samec, 5 let, 8 kg) (autorské foto)





Obrázek 18 Největší os cordis (samice, 7 let, 16 kg) (autorské foto)

Hmotnost	průměrná denzita
8	0,0000
9	94,4500
11	32,0000
12	132,4667
13	174,0400
14	186,7111
15	163,1571
16	156,4000
17	180,0500
18	204,0000
19	194,2000

Tabulka 2 Průměrná denzita os cordis vzhledem k hmotnosti jedince

Pohlaví	Objem os cordis (cm <sup>3</sup> )
	Mean
1	0,090938
2	0,067692

Tabulka 3 Průměrný objem os cordis vzhledem k pohlaví (1=samec, 2=samice)

Kategorie	průměrný objem os cordis
1	0,0800
2	0,0200
3	0,0050
4	0,0200
5	0,0367
6	0,1067
7	0,0678
8	0,0767
9	0,1000
10	0,0714
11	0,1325
12	0,1250
13	0,1200
14	0,2400
15	0,1300

Tabulka 4 Průměrné hodnoty objemu os cordis vzhledem ke kategoriím objemu

Věk	Objem srdce (cm <sup>3</sup> )	Objem os cordis (cm <sup>3</sup> )	Šířka os cordis (cm)	Délka os cordis(cm)	Průměrná denzita os cordis (HU)
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
1	119,3850	0,035000	0,335000	0,768333	101,8167
2	155,6407	0,067857	0,372857	1,132143	139,2357
3	149,3270	0,097000	0,433000	1,265000	190,2700
4	131,9425	0,110000	0,482500	1,550000	180,5250
5	159,5600	0,108750	0,545000	1,443750	184,4500
6	152,5500	0,120000	0,500000	1,585000	190,5500
7	163,9500	0,110000	0,430000	1,570000	151,8000

*Tabulka 5 Průměrné hodnoty objemu srdce a os cordis, rozměru os cordis a průměrné denzity vzhledem k věku jedinců.*